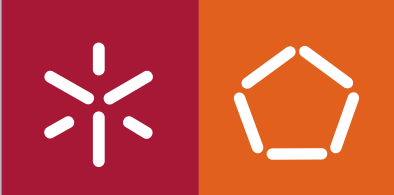


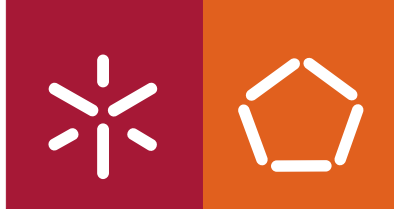


Uma Arquitectura de Software Dinâmica para a Criação de Ambientes de Interação Social Regulada na Web

Hugo Alexandre Paredes Guedes da Silva

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Hugo Alexandre Paredes Guedes da Silva

**Uma Arquitectura de Software Dinâmica para a
Criação de Ambientes de Interacção Social
Regulada na Web**

Tese de Doutoramento em Informática
Área de Especialização em Tecnologia da Programação

Trabalho efectuado sob a orientação do
Professor Doutor Fernando Mário Junqueira Martins

Julho de 2007

DECLARAÇÃO

Hugo Alexandre Paredes Guedes da Silva

Endereço electrónico: **hparedes@utad.pt**

Telefone: **259350332**

Título da dissertação, tese:

**Uma Arquitectura de Software Dinâmica para a Criação
de Ambientes de Interação Social Regulada na Web**

Orientador: **Professor Doutor Fernando Mário Junqueira Martins**

Ano de Conclusão: **2007**

Designação do Ramo de Conhecimento do Doutoramento:

Informática - Tecnologia da Programação

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, Julho de 2007

Assinatura: _____

O trabalho desenvolvido nesta tese foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia no âmbito do III Quadro Comunitário de Apoio, participado pelo Fundo Social Europeu e por fundos do MCES na forma de uma Bolsa de Doutoramento com a referência SFRH/BD/10304/2002

Uma Arquitectura de Software Dinâmica para a Criação de Ambientes de Interação Social Regulada na Web

Resumo — Nas últimas décadas assistimos a uma mudança paradigmática na utilização das tecnologias da informação e comunicação que potenciaram a criação de uma sociedade de informação e conhecimento, abrangendo e influenciando praticamente todos os domínios da sociedade. O tradicional uso das tecnologias de informação e comunicação no auxílio à execução de actividades de âmbito profissional, numa interação restrita entre homem e máquina, deu lugar a ambientes virtuais de interação social, onde pessoas interagem com pessoas, criando relações estreitas e realizando as mais diversas actividades.

O crescimento da Internet e das tecnologias associadas fomentou o crescimento e difusão dos ambientes virtuais de interação social, tornando-os acessíveis à grande maioria da população. Actualmente estes ambientes estão espalhados por toda a Internet e abrangem um vasto leque de áreas, da educação ao entretenimento. Contudo, a imaturidade associada ao rápido crescimento destes ambientes levou a que fossem descurados factores que actualmente condicionam a interação social, nomeadamente ao nível da sua coordenação e regulação.

A regulação e coordenação da interação social nos ambientes virtuais pode constituir uma solução possível para organização da actual interação “ad hoc”, que persiste nestes ambientes, contribuindo inerentemente para o aumento da sua credibilidade.

Nesta tese é proposto um modelo para a regulação da interação social e controlo dos ambientes virtuais: o modelo dos Teatros Sociais. O conceito de Teatro Social resulta da aplicação da metáfora teatral a ambientes virtuais de interação social destinados a reproduzir virtualmente situações do quotidiano. Dentro destes ambientes os utilizadores tornam-se actores, desempenhando papéis bem definidos, num cenário virtual de interação conhecido e, idealmente, estabelecido de forma comum. O modelo dos Teatros Sociais é implementado por uma arquitectura de software dinâmica que permite a criação de ambientes de interação regulados e assegura a adaptação dos conteúdos da interação aos canais de comunicação dos utilizadores, embora condicionados pelas restrições tecnológicas dos dispositivos usados na interação. Para a validação do modelo e da arquitectura de suporte foram criados dois casos de estudo que suportaram um conjunto de experiências realizadas com utilizadores reais.

Palavras Chave: Arquitectura de software, ambientes virtuais de interação social, regulação da interação social, regras, papéis, fluxo de interação, interação social, Teatros Sociais, Espaços Sociais.

A Dynamic Software Architecture for Creation of Regulated Social Interaction Environments on the Web

Abstract — Throughout the last decades we have observed a paradigmatic change on the use of information and communication technologies, which have powered the creation of an information and knowledge society, covering and influencing almost every domain of society. The traditional usage of information and communication technologies as an aid to the execution of professional activities, in a restrictive man-machine interaction, has given way to social interaction virtual environments where people interact with each other, creating close relationships and doing the most different activities.

The growth of the Internet and its associated technologies encouraged the expansion and diffusion of virtual environments where social interaction takes place, allowing easy access to the great majority of population. Nowadays these environments are spread all over the Internet and cover a vast range of areas, from education to entertainment. However, immaturity together with the fast growth of these environments led to the disregard of factors, which condition interaction today, namely the coordination and regulation of interaction activities.

The regulation and coordination of interaction in social, virtual interaction environments may be a possible solution to the organisation of today's "ad hoc" interaction, which persists in these environments, inherently contributing to the increase of its credibility.

In this Thesis a model to regulate social interaction and control virtual environments is proposed: the Social Theatres model. Social Theatres stand for the application of the theatrical metaphor to social virtual environments, intended to virtually reproduce some of the common and useful people's interaction contexts. Inside these environments, users become actors, playing previously well defined roles within a well known, commonly established virtual interaction scenario. The Social Theatres model is implemented by a dynamic software architecture that allows the creation of regulated interaction environments and guarantees adaptation to users' devices and input channels. In order to validate the model and the supporting architecture two case studies were created, which supported a group of experiments carried out with real users.

Keywords: Software architecture, interaction regulation, rules, roles, interaction, workflow, virtual social interaction, Social Theatres, Social Spaces.

à memória do meu avô,
Alberto Paredes
1923–1986

*«E aqueles, que por obras valerosas
Se vão da lei da morte libertando;»*
Luís Vaz de Camões, *Os Lusíadas* – Canto I

Agradecimentos

«*Deus quer, o homem sonha, a obra nasce.*»

Fernando Pessoa, *Mensagem*

A demanda do conhecimento é como um rio que nos bons momentos corre fluido sobre largos vales e nos menos bons rasga caminho por entre montanhas. O trabalho de investigação apresentado nesta tese de doutoramento experimentou inúmeras situações, uma boas, outras menos boas, mas em todos os momentos, mesmo nos mais difíceis, o apoio esteve sempre lá. A todas as pessoas que me acompanharam desde o primeiro momento, me incentivaram, me deram força e todo o seu apoio, não posso deixar de agradecer, no fim do princípio da minha demanda do conhecimento.

Em primeiro lugar, deixo o meu Muito Obrigado ao meu orientador, Professor Mário Martins pelo orientação desta tese, os sábios comentários tecidos ao longo de todo o trabalho e enorme apoio prestado, sem os quais nada teria sido possível.

Gostaria de deixar um agradecimento muito especial ao Professor Bulas Cruz pelo apoio sempre presente, perseverança e incentivo dado à realização desta tese.

Obrigado aos meus colegas do Grupo de Acessibilidade e Ambientes Virtuais da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, em particular ao meu colega Benjamin Fonseca, pelo apoio, companheirismo e preciosos comentários na área de Trabalho

Cooperativo Suportado por Computador, que muito contribuíram para a realização e enriquecimento desta tese.

A todos os meus colegas do Departamento de Engenharias da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro agradeço o fantástico ambiente proporcionado e as sempre úteis tertúlias e partilha de ideias e conhecimento.

Ao Centro de Informática da UTAD, em particular ao Alberto Vasconcelos, agradeço todo o apoio na realização deste trabalho, nomeadamente a disponibilidade e auxílio na preparação do ambiente de testes para as experiências realizadas.

Institucionalmente deixo os meus sinceros agradecimentos à Universidade do Minho que me acolheu e permitiu a realização deste trabalho, e à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro que me proporcionou todas as condições necessárias à sua concretização.

Apresento também os meus agradecimentos à Fundação para a Ciência e Tecnologia que concedeu o apoio financeiro necessário para a realização desta tese de doutoramento.

Finalmente, à minha família. Aos meus pais, agradeço a ajuda constante, concreta e infatigável ao longo dos anos, os valores e princípios pelos quais me educaram e o esforço e dedicação dados durante o período em que decorreram os meus trabalhos de doutoramento. Como diz o ditado popular, *os últimos são os primeiros*, e à Inês agradeço a infinita paciência, o amor, a compreensão e todo o apoio dado ao longo da realização desta tese de doutoramento, impossível de sumariar num ínfimo conjunto de palavras organizadas.

A todos,
MUITO OBRIGADO

Hugo Paredes
Julho de 2007

Índice

Resumo	iii
Abstract	v
Agradecimentos	ix
Lista de figuras	xiv
Lista de tabelas	xviii
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento	2
1.2 Objectivos	4
1.3 Tese e contribuições	7
1.4 Organização da Tese	8
2 Ambientes virtuais de interacção social	11
2.1 Introdução	12
2.2 Interacção social	15
2.3 Comunidades virtuais	17
2.3.1 Definição	18
2.3.2 Classificação das comunidades virtuais	20
2.3.3 Criação e desenvolvimento de comunidades virtuais	23

2.4	Comunicação em ambientes de interacção social	28
2.4.1	Troca de mensagens entre os utilizadores	29
2.4.2	Necessidades de comunicação dos utilizadores	31
2.4.3	Formas de comunicação utilizador-utilizador	32
2.5	Caracterização dos ambientes de interacção social	33
2.5.1	Participação, identidade e confiança	33
2.5.2	Presença	35
2.5.3	Interface com o utilizador	36
2.5.4	Domínio de utilização	38
2.5.5	Serviços de interacção	40
2.6	Classes de ambientes de interacção social	41
2.6.1	Ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador	42
2.6.2	Ambientes virtuais de ensino	45
2.6.3	Mundos virtuais	46
2.6.4	Ambientes Web de interacção social	48
2.7	Avaliação dos ambientes de interacção social	50
3	Arquitecturas de suporte a ambientes de interacção social	53
3.1	Introdução	54
3.2	Estilos arquitecturais	57
3.2.1	Estilos arquitecturais genéricos	57
3.2.2	Estilos arquitecturais para aplicações de rede	59
3.2.3	Estilos arquitecturais para arquitecturas distribuídas	64
3.2.4	Estilos arquitecturais para sistemas interactivos	66
3.3	Arquitecturas distribuídas	69
3.3.1	Classificação de arquitecturas distribuídas	71
3.4	Arquitecturas orientadas ao serviço	72
3.4.1	<i>Web Services</i>	75
3.5	Sistemas de <i>Workflow</i>	79
3.5.1	Modelo de referência da WfMC	81
3.6	Arquitecturas dinâmicas e adaptativas	83
3.7	Avaliação	87
4	O modelo dos Teatros Sociais	89
4.1	Introdução	90
4.2	Regulação de interacção	92
4.2.1	Regulação em sistemas multi-agente	95
4.2.2	Regulação de trabalho cooperativo suportado por computador	98
4.2.3	Regulação em comunidades virtuais	103
4.3	Teatros Sociais	105

4.3.1	Características dos Teatros Sociais	108
4.3.2	Usabilidade	114
4.3.3	Espaços Sociais	116
4.3.4	Ciclo de vida dos Espaços Sociais	122
4.3.5	Modelo de regulação de interacção social	123
4.3.6	Evolução dinâmica dos Espaços Sociais	125
5	ASTeaS: uma arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Soci-	
	ais	127
5.1	Introdução	128
5.2	Vista global da arquitectura	129
5.3	Vista funcional da arquitectura	132
5.4	Interface Web de serviços de interacção	134
5.4.1	Implementação das classes de serviço	136
5.4.2	Protótipo da interface de interacção no Teatro Social	139
5.4.3	Protótipo da interface de gestão	142
5.5	Plataforma dos Teatros Sociais	144
5.5.1	Vista lógica	146
5.5.2	Vista de implementação	154
5.6	Gestor do fluxo de interacção	172
5.6.1	Especificação do fluxo de interacção	174
5.6.2	Ambiente de execução	176
5.7	Base de conhecimento	178
5.7.1	Representação do conhecimento	180
5.7.2	Inferência de conhecimento	182
5.8	Repositório	185
5.8.1	Modelo conceptual	187
5.8.2	Modelo físico	188
6	Casos de estudo e avaliação	191
6.1	Introdução	192
6.2	Casos de estudo	194
6.2.1	Apresentação de um artigo numa conferência	196
6.2.2	Aula	203
6.3	Avaliação	215
6.3.1	Ambiente de testes	216
6.3.2	Avaliação do ambiente de execução	219
6.3.3	Avaliação da regulação de interacção social	225
7	Conclusões e trabalho futuro	245
7.1	Conclusões	246
7.2	Linhas de orientação futura	250

Bibliografia	254
Apêndices	273
A Especificação de dados da plataforma dos Teatros Sociais	273
A.1 Utilizadores	273
A.2 Serviços genéricos	277
A.3 Papéis	278
A.4 Fluxo de interacção	279
A.5 Regras	282
B Mapeamentos de dados	287
C Especificação do Espaço Social de um caso de estudo	295
C.1 Apresentação de um artigo numa conferência	295
D Questionários de avaliação da regulação de interacção social	313
D.1 Formulário de participação em experiência de investigação	314
D.2 Questionário da primeira fase de experiências	315
D.3 Questionário da segunda fase de experiências	317

Lista de Figuras

1.1	Linhas de orientação de leitura da tese	9
2.1	Ciclo de vida das comunidades virtuais	25
2.2	O papel da usabilidade e sociabilidade no desenvolvimento centrado na comunidade	27
2.3	Estados do desenvolvimento centrado na comunidade	28
2.4	Distribuição das mensagens. (a) um para um (b) um para muitos (c) muitos para muitos	30
2.5	Entrega das mensagens: (a) directa (b) indirecta	31
2.6	Exemplo de ambiente de interacção com interface de texto - <i>Multi-User Dungeon Object-oriented</i> (MOO)	37
2.7	Exemplos de ambientes de interacção com interface 2D (VZones) e 3D (ActiveWorlds)	38
3.1	Estilo arquitectural <i>pipe & filter</i>	60
3.2	Estilo arquitectural cliente-servidor – (a) representação esquemática e exemplos de aplicação: (b) HTTP e (c) ODBC	62
3.3	Estilo arquitectural dos sistemas em camadas	62

3.4	Estilo arquitectural <i>Model-View-Controller</i> (MVC) (a) MVC (b) MVC Partilhado	67
3.5	Estilo arquitectural <i>Presentation-Abstraction-Control</i> (PAC) (a) Agente PAC (b) Hierarquia PAC	68
3.6	Estilos arquitecturais (a) <i>Clock</i> e (b) <i>Suite</i>	69
3.7	Arquitectura orientada aos serviços – perfis	74
3.8	Interacções na arquitectura dos <i>Web Services</i>	77
3.9	Modelo de referência da WfMC	82
3.10	Meta-níveis arquitecturais	87
4.1	Teatros Sociais – cenários de interacção social	91
4.2	O processo de regulação	93
4.3	<i>Framework</i> conceptual do modelo OperA	96
4.4	Modelos associados às ferramentas de <i>groupware</i>	100
4.5	<i>Framework</i> genérico de regulação em ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador	102
4.6	Teatros Sociais	107
4.7	Estrutura dos Espaços Sociais	117
4.8	Ciclo de vida dos Espaços Sociais	123
4.9	Regulação da execução de uma acção de interacção segundo o modelo de regulação de interacção social dos Teatros Sociais	125
5.1	Vista global da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais (ASTeaS)	129
5.2	Vista funcional da ASTeaS	133
5.3	Classes de serviço na interface Web de serviços aplicacionais da ASTeaS	135
5.4	Diagrama de classes da interface Web de serviços de interacção	137
5.5	Protótipo da interface de interacção no Teatro Social – Espaço Social	141
5.6	Diagrama de actividades do protótipo da interface de interacção no Teatro Social	141

5.7	Protótipo da interface de gestão (a) Autenticação no sistema (b) Selecção do tipo de acções a executar (c) Acções sobre a componente estática do sistema (d) Edição de informação de um Espaço Social	143
5.8	Vista em camadas da ASTeaS	145
5.9	Estrutura da plataforma dos Teatros Sociais	147
5.10	Diagrama de blocos da camada de meta-dados	148
5.11	Diagrama de blocos da camada de interacção	150
5.12	Diagrama de blocos da camada de adaptação	153
5.13	Diagrama de classes da plataforma dos Teatros Sociais	156
5.14	Diagrama de classes do bloco funcional de conexão ao repositório	157
5.15	Diagrama de classes do bloco funcional de conexão à base de conhecimento	159
5.16	Diagrama de classes do bloco funcional de carregamento dinâmico de componentes	160
5.17	Diagrama de classes do bloco funcional de serviços dos Teatros Sociais	162
5.18	Diagrama de classes do bloco funcional de gestão de sessões	167
5.19	Diagrama de classes do bloco funcional de gestão de execução dos Espaços Sociais	169
5.20	Diagrama de sequência do processo de interacção num de um Espaço Social	171
5.21	Modelo físico do repositório	189
6.1	Representação em linguagem XML dos papéis do Espaço Social “ <i>Apresentação de um artigo numa conferência</i> ” – (a) autor (b) moderador (c) audiência	198
6.2	Representação gráfica do fluxo de interacção do Espaço Social “ <i>Apresentação de um artigo numa conferência</i> ”	199
6.3	Representação em linguagem XML dos papéis do Espaço Social “ <i>Aula</i> ” – (a) professor (b) aluno	205
6.4	Representação gráfica do sub-fluxo de interacção do Espaço Social “ <i>Aula</i> ” – Apresentação teórica	206

6.5	Representação gráfica do sub-fluxo de interacção do Espaço Social	
	“Aula” – Esclarecimento de dúvidas dos alunos	207
6.6	Representação gráfica do sub-fluxo de interacção do Espaço Social	
	“Aula” – Apresentação prática	207
6.7	Representação gráfica do sub-fluxo de interacção do Espaço Social	
	“Aula” – Resolução de exercícios	208
6.8	Representação gráfica do fluxo de interacção do Espaço Social “Aula”	209
6.9	Gráfico dos tempos de execução de uma acção – medições realizadas na unidade de testes (cliente) e na interface Web de serviços aplica- cionais (servidor)	222
6.10	Gráficos dos tempos de execução de acções de interacção (1).	227
6.11	Gráficos dos tempos de execução de acções de interacção (2).	228

Lista de Tabelas

4.1	Características dos papéis dos Espaços Sociais	118
5.1	Interfaces dos tipos das classes de serviço	164
5.2	Sumário dos métodos do objecto <code>InteractionFlow</code>	178
6.1	Ambiente de testes – sumário da instalação da ASTeaS	218
6.2	Resultado dos testes de criação de sessão de utilizador	223
6.3	Resultado dos testes de entrada numa instância de um Espaço Social	224
6.4	Resultado dos testes de escolha de um papel a desempenhar numa instância de um Espaço Social	224
6.5	Resultado dos testes de execução de acções de interacção	226
6.6	Resultados globais da primeira fase das experiências com utilizadores reais	234
6.7	Resultados por classes de nível de experiência dos utilizadores em am- bientes virtuais de interacção social da primeira fase das experiências com utilizadores reais	236
6.8	Resultados da segunda fase das experiências com utilizadores reais – Espaço Social “ <i>Apresentação de um artigo numa conferência</i> ”	241

6.9	Resultados da segunda fase das experiências com utilizadores reais –	
	Espaço Social “ <i>Aula</i> ”	243



Introdução

*«We are made for conversation with our kind ... [and to] communicate
and share in the communications of others» – John Dewey¹*

Neste capítulo é feito o enquadramento do trabalho desenvolvido no âmbito desta tese, apresentada a motivação e objectivos para a sua realização, definida a tese e identificadas as suas principais contribuições. O capítulo termina com a apresentação da estrutura da tese, incluindo uma descrição sumária dos capítulos que se seguem e possíveis linhas de orientação da leitura.

¹ *Characters and Events*, Vol I, citação de Preece em *Online Communities: Designing Usability, Supporting Sociability* [162]

1.1 Enquadramento

Os recentes avanços conseguidos nas áreas das tecnologias da informação e telecomunicações configuram uma alteração paradigmática caracterizada por uma tendência sinérgica das tecnologias básicas de suporte (computadores, comunicações, dispositivos electrónicos de consumo), visando uma nova geração de dispositivos de comunicação e acesso à informação. A evolução tecnológica abre novas portas ao saber disponível e à sociedade de informação que se torna cada vez mais global.

O surgimento no início da década de 90 da Internet globalizou as comunicações e criou uma auto-estrada da informação acessível à população em geral. O crescimento e evolução da “rede global” e das tecnologias associadas alterou a forma das pessoas interagirem, criando um novo espaço de interacção humana: os ambientes virtuais de interacção social. Estes novos espaços virtuais de interacção tiveram um crescimento exponencial e encontram-se espalhados pelo ciberespaço, cobrindo actualmente as mais diversas áreas, da educação ao entretenimento e do lazer à indústria.

Nos ambientes virtuais de interacção social as pessoas podem interagir umas com as outras sem existir implicitamente um conhecimento ou relacionamento físico. Nestes ambientes, normalmente as pessoas usam identidades virtuais o que lhes confere uma sensação de liberdade que se reflecte na expressão dos seus sentimentos, pensamentos e ideias. Além disso, estes ciberespaços juntam pessoas de todo o mundo, que partilham interesses ou objectivos comuns, podendo formar pequenas comunidades em torno desses interesses ou objectivos, às quais pode ser assegurado o diálogo e a captura da sua memória colectiva.

Apesar do seu sucesso e do rápido crescimento, a continuidade dos ambientes virtuais de interacção social foi posta em causa por vários autores [59, 115], que prognosticaram um futuro incerto para estes ambientes. De entre os principais problemas apontados, destacaram-se problemas ao nível das interfaces de interacção com os ambientes virtuais de interacção [81] e problemas ao nível da interacção social [80, 82]. A maioria dos problemas diagnosticados nestes ciberespaços foram parcialmente ou totalmente resolvidos com a evolução das áreas de científicas que se dedicam ao seu estudo. Os ambientes virtuais de interacção são estruturalmente complexos, dado

englobarem componentes tecnológicas e sociais, que tornam o seu domínio multidisciplinar. Neste âmbito, os ambientes virtuais de interacção são objecto de estudo de áreas de domínio tecnológico, sociológico e psico-sociológico. No caso particular do domínio tecnológico, a área da interacção humano-computador (*Human Computer Interaction* na terminologia anglo-saxónica), tradicionalmente orientada ao estudo das interacções entre homens e computadores, expandiu-se, englobando actualmente sub-áreas específicas para o estudo destes ambientes. Contudo, nesta área emergiram também novas linhas de investigação, cujo principal foco recai na mudança de paradigma tecnológico, enfatizando o papel dos utilizadores e das suas necessidades nos requisitos dos sistemas e consequentemente no desenvolvimento das aplicações de suporte a estes ambientes. É o caso da computação centrada em humanos (*Human Centered Computing* na terminologia anglo-saxónica) que aborda o estudo do desenho e desenvolvimento de sistemas computacionais que têm em consideração aspectos pessoais, sociais e culturais dos seus utilizadores [106].

O desenvolvimento dos ambientes virtuais de interacção social tem actualmente em consideração factores tecnológicos e sociais, tendo como foco principal o utilizador. De entre os seus principais requisitos destacam-se as questões de usabilidade e socialização.

A usabilidade está directamente relacionada com os factores tecnológicos dos ambientes virtuais de interacção, avaliando a forma como os utilizadores interagem para atingirem os seus objectivos. As principais preocupações da usabilidade centram-se na interacção dos utilizadores com o ambiente, em particular nos mecanismos de interacção definidos. Deste modo é preocupação da usabilidade assegurar que o ambiente é “amigável”, de rápida aprendizagem, e que promove as capacidades dos utilizadores, garantindo um elevado nível de produtividade. Por outro lado, a usabilidade engloba também o modo como o ambiente promove o acesso universal, com particular atenção à info-inclusão e à acessibilidade do ambiente a pessoas com necessidades especiais.

Os factores sociológicos são incluídos nas questões de socialização que têm como principal preocupação o planeamento e desenvolvimento de políticas sociais aceites pelos participantes no ambiente, de modo a que os seus objectivos ou propósitos

sejam cumpridos. As políticas sociais englobam a definição dos comportamentos dos utilizadores no ambiente, políticas de privacidade, segurança e liberdade de expressão.

Os ambientes de interacção virtual são também condicionados pela natureza evolutiva das pessoas. As necessidades e anseios das pessoas evoluem com as sociedades, sendo o resultado dessa evolução reflectida nos requisitos dos ambientes virtuais de interacção em que participam. Deste modo, os ambientes virtuais de interacção evoluem com as necessidades dos utilizadores, adaptando os seus requisitos de usabilidade e sociabilidade.

Devido a esta evolução, os ambientes virtuais de interacção social apresentam-se actualmente como uma solução sólida, satisfazendo na sua maioria as necessidades dos seus utilizadores. Contudo, subsistem problemas associados a estes ambientes que são actualmente ponto de discussão a vários níveis e em diversas áreas de investigação, nomeadamente a regulação da interacção e a adaptabilidade.

1.2 Objectivos

Nos ambientes virtuais de interacção emergentes continua a subsistir um problema organizacional na interacção. De facto, a interacção nestes ambientes é na maioria das vezes efectuada “ad hoc”, o que conduziu alguns autores a preverem a sua extinção futura. Contudo, nos últimos anos foram realizados alguns esforços no sentido de clarificar e organizar a interacção nestes ciberespaços, que até à actualidade foram infrutíferos, pois estes ambientes continuam a ser espaços de interacção anárquica, no sentido em que a interacção é desprovida de qualquer coordenação ou regulação, contribuindo desta forma para a exclusão de utilizadores menos experimentados. A regulação dos ambientes virtuais de interacção pode contribuir para uma melhor integração e compreensão dos espaços, na medida em que clarifica as interacções possíveis entre os seus utilizadores ou tipos de utilizadores, identificando as suas funções na persecução dos objectivos ou propósitos do ambiente. A regulação não implica necessariamente a perda da liberdade dos utilizadores, uma vez que os conteúdos e objectivos dos ambientes permanecem livres e definidos pelos próprios

utilizadores. Aliás, a regulação do ambiente deve reflectir as necessidades de interacção dos utilizadores a cada momento, adaptando-se de acordo com a evolução dos seus interesses, requisitos e necessidades.

Neste contexto, o objectivo principal desta tese é definir um modelo que assegure a coordenação e regulação de interacção social em ambientes virtuais de interacção e que sirva de base ao desenvolvimento de uma arquitectura de software dinâmica para a criação de ambientes de interacção social regulados na Web. O modelo de regulação de interacção a desenvolver tem por base a metáfora teatral, em que num palco, os actores desempenham um papel bem definido pelo guião da peça. A generalização do modelo deve permitir a sua aplicação a diversos ambientes de interacção, tendo como principal domínio de aplicação situações de interacção quotidianas, como por exemplo, um leilão, uma aula, uma reunião, uma loja ou uma apresentação pública. Por seu lado, a arquitectura de software a desenvolver deve ter como meio de comunicação a *World Wide Web*, apresentando-se como um meta-ambiente que permita a criação dinâmica de ambientes de interacção adequados às necessidades dos utilizadores, regulados pelo modelo de regulação de interacção global do sistema. A regulação de interacção de cada ambiente deve ser adaptável dinamicamente, reflectindo as necessidades de interacção dos seus utilizadores e flexibilizando o ambiente de forma a garantir o seu sucesso.

A validação do modelo e da arquitectura desenvolvida passará pela realização de experiências com utilizadores reais que avaliarão as capacidades de interacção, coordenação e regulação dos ambientes, bem como a adaptação da regulação da interacção social, recorrendo a casos de estudo que retratam situações do domínio de aplicação do modelo desenvolvido. Não se pretende, contudo, validar os casos de estudo definidos para as experiências na perspectiva dos relacionamentos e organização das interacções entre os utilizadores, dado que essa avaliação se enquadra no domínio da sociologia.

A concretização do objectivo primordial desta tese passa pelo estabelecimento de objectivos parcelares que se concretizarão em várias etapas do seu desenvolvimento global. Apresenta-se assim, em seguida, a lista de objectivos parcelares que visam a concretização do objectivo primário:

- Estudo das principais características dos ambientes de interacção e análise dos principais problemas dos ambientes actuais. Definição dos principais conceitos associados aos ambientes de interacção social.
- Estudo sobre o estado da arte da regulação da interacção social em diversas áreas de investigação, nomeadamente nas áreas de interacção humano-computador e inteligência artificial, em particular na sub-área dos sistemas multi-agente.
- Avaliação do papel das arquitecturas de software no desenvolvimento de ambientes de interacção. Identificação dos principais estilos arquitecturais e modelos de referência para a implementação de ambientes virtuais de interacção. Análise comparativa das diferentes perspectivas arquitecturais existentes para a especificação e implementação de ambientes virtuais de interacção.
- Proposta de um modelo inovador para a regulação da interacção social em ambientes virtuais de interacção, que contemple a adaptação dinâmica da regulação e assegure características de usabilidade adaptadas aos dispositivos de interacção dos utilizadores.
- Especificação da arquitectura de software dinâmica para a criação e regulação de ambientes de interacção social na Web, que permita a criação em tempo de execução de espaços de interacção social regulados, a adaptação da regulação dos espaços e a utilização de múltiplos dispositivos de interacção com conteúdos adaptados às suas características. A regulação da interacção social nos espaços de interacção criados pela arquitectura devem seguir o modelo de regulação proposto.
- Escolha de ferramentas comerciais ou de código aberto adequadas à implementação da arquitectura especificada.
- Implementação da arquitectura de software dinâmica para a criação e regulação de ambientes de interacção social na Web, tendo como base a sua especificação.
- Planeamento, realização e avaliação de experiências com utilizadores reais que conduzam à validação do modelo de regulação proposto e da arquitectura de suporte implementada.

- Análise dos resultados obtidos e definição de linhas de trabalho futuro que permitam a evolução do sistema desenvolvido e englobem potencialidades que não tenham sido totalmente exploradas, tendo em conta a evolução previsível das normas e tecnologias disponíveis.

1.3 Tese e contribuições

Como enunciado, os ambientes virtuais de interacção apresentam actualmente alguns problemas relacionados com o modo como a interacção social decorre, nomeadamente a falta de coordenação e regulação das actividades. Neste contexto, a tese que aqui se defende é que a coordenação e regulação da interacção social nos ambientes virtuais de interacção permite a clarificação das actividades nestes ciberespaços, e, conseqüentemente, incrementa a sua usabilidade, auxilia a concretização dos objectivos para os quais foram criados e promove a info-inclusão.

As maiores contribuições desta tese são o modelo de regulação de interacção social e a arquitectura de suporte a implementar. O modelo de regulação, o modelo dos Teatros Sociais, expande o modelo de interacção do teatro a actividades de interacção social quotidianas em ambientes virtuais de interacção. Metaforicamente, a interacção decorre no palco, onde os actores, com um papel bem definido pelo guião da peça, desempenham o seu papel, interagindo com os outros actores em palco. Por seu lado, a arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais define como base de comunicação a *World Wide Web* e constitui um meta-ambiente que permite a criação dinâmica de diversos espaços de interacção com base na meta-descrição de cada espaço. Cada espaço de interacção é regulado segundo o modelo dos Teatros Sociais, e é assegurada a adaptação dinâmica das regras que o regulam. A arquitectura é ainda caracterizada pela adaptação dinâmica de conteúdos, que permite virtualmente a utilização de qualquer dispositivo físico para interagir com o sistema, sendo os conteúdos adaptados às suas características.

1.4 Organização da Tese

Além do actual capítulo que apresenta o enquadramento, a motivação e objectivos definidos do trabalho realizado, a presente tese apresenta um conjunto de seis capítulos organizados da seguinte forma:

- **Capítulo 2**

- Ambientes de Interacção Social**

- Apresentação do panorama actual dos ambientes de interacção social, identificando as suas principais características e linhas de investigação. Definição dos principais conceitos associados à temática dos ambientes de interacção social.

- **Capítulo 3**

- Arquitecturas de suporte a Ambientes de Interacção**

- Abordagem dos ambientes de interacção do ponto de vista tecnológico, tendo como base as arquitecturas de software. São apresentados os principais estilos arquitecturais para o desenvolvimento de ambientes de interacção, bem como as soluções tecnológicas para a sua implementação. Neste âmbito, é dado particular destaque às arquitecturas distribuídas, nomeadamente as arquitecturas orientadas para a Web e sistemas para a coordenação de actividades em ambientes multi-utilizador.

- **Capítulo 4**

- O modelo dos Teatros Sociais**

- Análise da problemática da regulação da interacção social em ambientes virtuais. Referências a trabalhos relativos realizados nas áreas de trabalho cooperativo suportado por computador e sistemas multi-agente.

- Apresentação do modelo dos Teatros Sociais como base para o desenvolvimento de ambientes de interacção social regulados. O modelo é baseado na metáfora teatral (Teatros) tendo como principal domínio de aplicação situações de interacção quotidianas (Sociais).

- **Capítulo 5**

- ASTeaS: uma arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais**

Apresentação, descrição e detalhes da implementação da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais desenvolvida para implementar o modelo proposto e permitir a sua validação. A apresentação da arquitectura segue os princípios definidos pelas vistas arquitecturais, começando a ser dada uma perspectiva genérica do sistema, sendo, progressivamente pormenorizados cada um dos seus componentes até ao nível da sua implementação. São ainda discutidas e avaliadas as principais soluções tecnológicas usadas na implementação.

- **Capítulo 6**

Casos de estudo e avaliação

Avaliação e validação do modelo dos Teatros Sociais e da arquitectura de suporte desenvolvida, suportada pela apresentação de dois casos de estudo que serviram de base à realização de experiências com utilizadores reais. A avaliação da arquitectura é apresentada com base numa avaliação qualitativa e medidas quantitativas de desempenho do sistema.

- **Capítulo 7**

Conclusões e Trabalho Futuro

Síntese dos pontos mais relevantes do trabalho desenvolvido. Análise crítica às características do modelo proposto e avaliação do estado actual do sistema. Apresentação das conclusões do trabalho, com particular destaque para o cumprimento dos objectivos propostos. Indicação de potenciais linhas de investigação futura por forma a dar continuidade ao trabalho realizado.

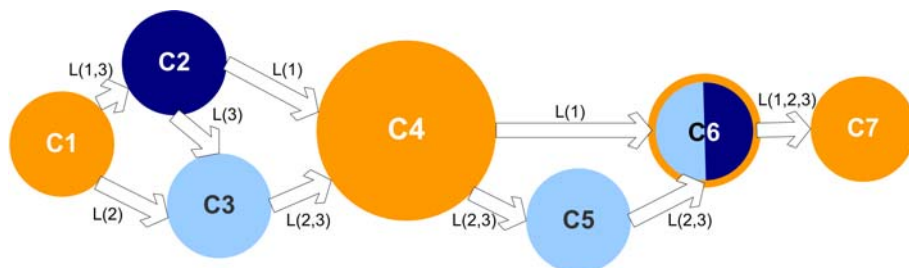


Figura 1.1 – Linhas de orientação de leitura da tese

A leitura desta tese pode adoptar três linhas de orientação (Figura 1.1). A primeira

abrange os capítulos 1, 2, 4, 6 e 7 e disponibiliza uma perspectiva conceptual do trabalho desenvolvido. Nesta visão são incluídos os aspectos científicos da área em que se insere este trabalho e uma visão conceptual do modelo dos Teatros Sociais, não abrangendo pormenores técnicos e de implementação. A segunda linha de leitura inclui os capítulos 1, 3, 4, 5, 6 e 7, e apresenta uma visão tecnológica do trabalho, que aborda exclusivamente as questões tecnológicas associadas ao desenvolvimento de ambientes virtuais de interacção social. Esta linha compreende os principais conceitos tecnológicos apresentados nesta tese, nomeadamente a discussão de soluções arquitecturais para o desenvolvimento de ambientes virtuais de interacção social. Inclui também a apresentação detalhada da implementação da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais, a sua avaliação e validação. Por fim, a terceira linha de orientação de leitura engloba todos os capítulos e apresenta ao leitor uma visão global sobre o trabalho realizado: as motivações e objectivos para a sua realização; uma abordagem actual dos principais conceitos associados aos ambientes virtuais de interacção social; as soluções arquitecturais para a criação de ambientes virtuais de interacção social; o modelo de regulação de interacção social, baseado na metáfora teatral, que permite a criação e adaptação dinâmica de vários espaços de interacção; a implementação de uma arquitectura de suporte ao modelo proposto; e a concluir a avaliação, validação e análise crítica sobre o trabalho realizado.

2

Ambientes virtuais de interacção social

«Cyberspace. A consensual hallucination experienced daily by billions of legitimate operators» – William Gibson¹

Neste capítulo são introduzidos os principais conceitos associados aos ambientes virtuais de interacção social. Inicialmente, são definidos os conceitos de interacção social e de ambientes virtuais de interacção social e enfatizada a sua relação com a formação de comunidades virtuais. Posteriormente, são identificadas as principais características dos ambientes virtuais de interacção social, sendo dada particular atenção à comunicação nestes espaços. O capítulo termina com a apresentação de alguns tipos de ambientes virtuais de interacção social e uma avaliação dos principais problemas e linhas de investigação nesta área.

¹*Neuromancer* [91]

2.1 Introdução

Interacção é definida como a influência recíproca entre dois ou mais objectos, através de um conjunto de eventos desencadeados por duas ou mais acções mútuas [199]. Segundo Wilkinson [205] a interacção é um atributo essencial à vida, uma vez que confere ao ambiente substância nos aspectos ecológicos, culturais, organizacionais, psicológicos e sociais. A interacção incrementa também o conhecimento, fornecendo canais de comunicação e suportando o sentido de comunidade.

Intrinsecamente ligados ao estudo da interacção estão conceitos como os de acção, comunicação e comportamento, o que se reflecte na diversidade de domínios científicos em que se enquadra o seu estudo. Neste contexto, a interacção como estudo das acções e comportamentos, em particular a interacção entre humanos, constitui objecto de estudo para as ciências sociais. Por seu lado, a associação da comunicação e interacção desperta particular interesse nas ciências tecnológicas. A multidisciplinaridade do estudo da interacção reflecte-se nas suas definições, que divergem mediante a forma como cada uma destas áreas científicas aborda o conceito [130].

Nas ciências sociais, em particular na sociologia, a ciência que estuda o comportamento humano em função do meio e os processos que interligam o indivíduo em associações, grupos e instituições, interacção é definida como uma «*acção social, mutuamente orientada, de dois ou mais indivíduos em contacto. Distingue-se da mera interestimulação em virtude de envolver significados e expectativas em relação às acções de outras pessoas. Podemos dizer que a interacção é a reciprocidade de acções sociais*». Parsons [150] afirma que toda a acção social é dirigida para a consecução de objectivos. Um indivíduo, esforçando-se por atingir determinado objectivo, tem de possuir algumas ideias e informações sobre os objectos que são relevantes para a sua consecução, além de ter alguns sentimentos a respeito deles, no que concerne às suas necessidades; e, finalmente, tem de fazer escolhas. O autor afirma também que para efectuar tais escolhas existe a necessidade de possuir certos padrões de avaliação e selecção, concluindo que uma acção social é vista como um comportamento que envolve a orientação de valor e uma conduta padronizada por normas culturais ou códigos sociais.

Nas ciências tecnológicas a interacção é na maioria das vezes associada à comunicação. Wiio [204] defende que o processo de interacção permite a comunicação, associando este processo à dimensão social da comunicação. Neste âmbito, a comunicação é definida como um sistema global no qual os participantes constroem e representam as ideias, não apenas usando e interpretando palavras textuais ou sons, mas também artefactos, expressões corporais, entoação, gestos, postura, atitude ou mesmo espaço entre eles [169].

No domínio das tecnologias da informação, a interacção é objecto de estudo em várias áreas científicas, nomeadamente na inteligência artificial [181] (computação afectiva, agentes autónomos) e na interacção humano-computador (*Human-Computer Interaction* – HCI, na nomenclatura anglo-saxónica) [131]. É precisamente esta última, cuja evolução e adaptação, revela uma particular atenção às mudanças de paradigma no estudo da interacção. Historicamente, a área científica da interacção humano-computador dedica-se ao estudo do desenho, avaliação e implementação de sistemas computacionais interactivos para uso humano e os fenómenos adjacentes [182]. Nesta área científica, em meados da década de 80 começou a emergir uma nova área que se dedica ao estudo da forma como as pessoas trabalham em conjunto: o trabalho cooperativo suportado por computador (na nomenclatura anglo-saxónica, *Computer-Supported Co-operative Work* – CSCW). O interesse particular desta área centra-se no estudo da forma como os sistemas de software e de comunicações podem suportar o trabalho entre um conjunto de pessoas, partilhando vários dos fundamentos da HCI. Contudo, o CSCW introduz no seu estudo uma componente social na abordagem dos problemas.

Durante a década de 90, o aparecimento da Internet revolucionou a forma de pensamento e os métodos de abordagem e estudo da interacção. As pessoas deixaram de utilizar os computadores meramente para fins de trabalho, passando a ser usados para muitas outras actividades, do lazer à educação. Além disso, verificou-se uma mudança nas formas tradicionais de interacção: as pessoas deixaram de interagir simplesmente com as máquinas e passaram a interagir umas com as outras através das máquinas. A interacção humano-computador transforma-se então numa

interacção humano-computador-humano, em que o computador deixa de ser um interveniente directo na interacção passando a assumir um papel de simples mediador e/ou intermediário. Nesta mudança de paradigma, o objecto de estudo focaliza-se nos utilizadores, sendo dado particular destaque às questões sociais e à forma como os utilizadores interagem entre si.

Associado a este novo paradigma de interacção emergem novos espaços que privilegiam a interacção social entre as pessoas: os ambientes virtuais de interacção social, ou simplesmente ambientes de interacção social. Estes ambientes são ciberespaços onde as pessoas interagem umas com as outras sem a necessidade de se conhecerem no mundo real. Nestes ambientes, as pessoas são livres na escolha das suas identidades, usando na maioria das vezes identidades virtuais, o que lhes garante uma grande liberdade de expressão dos seus pensamentos, ideias e sentimentos. Por outro lado, nestes espaços virtuais as pessoas reúnem-se sem restrições espaciais, constituindo consequentemente espaços globais, habitados por pessoas de todo o mundo, que partilham um objectivo ou interesse comum. O conceito que está na base destes ambientes é a comunicação mediada por computador, ou seja, os computadores actuam como intermediários na comunicação entre as pessoas, recorrendo a redes de computadores, sendo privilegiado o estabelecimento de relações entre as pessoas. Como resultado das relações construídas nestes espaços virtuais, formam-se pequenas comunidades que partilham interesses ou objectivos comuns: as comunidades virtuais.

As comunidades virtuais são ambientes virtuais de interacção social, com características próprias, que definem metodologias específicas para a sua criação, privilegiando as necessidades e anseios dos seus participantes. Estes ambientes revelam-se como uma mais valia para o estudo dos ambientes de interacção social, uma vez que a importância dada às relações interpessoais e à interacção entre os participantes nas comunidades virtuais são o cerne do seu processo de desenvolvimento e constituem os principais requisitos para o seu sucesso.

O crescimento dos ambientes de interacção social e das comunidades virtuais foi potenciado pela massificação da Internet e das tecnologias associadas, nomeadamente da *World Wide Web*. O resultado deste crescimento foi o aparecimento de novos

conceitos directa ou indirectamente associados à forma das pessoas se relacionarem e interagirem e às tecnologias que suportam a comunicação e interacção.

De entre os conceitos que surgiram associados a este crescimento destaca-se o software social. O software social é um conceito tecnológico que é definido como o software que permite às pessoas colaborarem e interligarem-se através de comunicações mediadas por computador [117]. O conceito de software social foi referenciado pela primeira vez em 2002 por Clay Shirky [180]. O conceito tem na sua génese duas perspectivas emergentes: a Web 2.0 e a Web semântica. A Web 2.0 é uma perspectiva tecnológica, introduzida por Tim O'Reilly [145] que, segundo Koskinen [117], envolve o estudo de tecnologias e ferramentas centradas no utilizador, promovendo a sua participação e interacção num espaço global, para o qual muito contribui a centralização da operação das aplicações. Por outro lado, a Web semântica tem a sua génese no mundo académico sendo o objecto do seu estudo o significado dos conteúdos da Web.

Neste enquadramento, o presente capítulo começa por definir o conceito de interacção social. Em seguida, é apresentado um estudo das comunidades virtuais, como ambientes de referência para a avaliação e criação de ambientes de interacção social.

Dada a relação entre interacção e comunicação, a avaliação das características dos ambientes de interacção social é iniciada pela apresentação das tecnologias de comunicação de suporte aos ambientes de interacção social, sendo posteriormente analisado um conjunto complementar de características genéricas destes ambientes.

Uma vez analisadas as características dos ambientes de interacção social, são apresentados alguns tipos de ambientes de interacção social, classificados segundo algumas das suas principais características. O capítulo é concluído com uma avaliação global dos ambientes de interacção social, enfatizando os seus principais problemas actuais e as correntes linhas de investigação nesta área.

2.2 Interacção social

O conceito de interacção social é definido como os actos, as acções e as práticas mutualmente orientadas entre duas ou mais pessoas, ou seja, qualquer comportamento

que pretende afectar ou tem em consideração as experiências ou intenções mútuas dos intervenientes. Será no entanto pertinente esclarecer que esta definição de interacção social subentende que existe um conhecimento mútuo entre os participantes, ou seja, um sentimento de co-presença, não sendo necessariamente condicionada pela presença física ou comportamento das partes [171].

A interacção social não é definida pelo tipo da relação física, comportamento ou distância entre os intervenientes, nem constitui um reflexo ou acção causa-efeito. É, uma orientação subjectiva mútua em torno dos intervenientes, em que os indivíduos envolvidos no processo têm conhecimento e noção da presença bilateral, dirigindo as suas acções no sentido de um objectivo ou interesse mútuo, mesmo que antagónico. No mundo real, a troca de cartas entre amigos, ou a preparação de planos de guerra por parte de generais em combate são exemplos de interacção social. Por outro lado, em situações em que dois trabalhadores, em competição, tomam decisões isoladamente, sem qualquer interesse ou conhecimento das deliberações da outra parte, é uma situação em que não existe interacção social.

Com base na definição de interacção social, podemos concluir que a interacção social é constituída por um conjunto de indivíduos que interagem entre si, regidos por um conjunto de regras que estruturam as suas orientações e a própria interacção, constituindo um processo ou sistema ordenado de interacção que tem lugar num ambiente onde se realizam trocas sistemáticas. [166]

Na sociologia, a interacção social é classificada mediante a frequência, o planeamento e as regras que a gerem. Sztompka [188] define quatro formas de interacção social: accidental, repetida, regular e regulada. A interacção social accidental é caracterizada por não existir qualquer planeamento prévio e consequentemente a repetição da interacção ser pouco provável ou mesmo nula. Existe também nesta forma de interacção um desconhecimento mútuo entre os participantes. No mundo real, a interacção social accidental ocorre em situações ocasionais ou accidentais, como por exemplo, um pedido de informações num posto de turismo. Nas formas de interacção repetidas e regulares existe um conhecimento prévio entre os participantes, existindo um planeamento da interacção. Estas duas formas distinguem-se pela frequência com que ocorrem: a interacção repetida ocorre de tempos a tempos, ao passo que a interacção

regular é bastante mais frequente, podendo existir uma habituação dos participantes à sua ocorrência. São exemplos destas formas de interacção o encontro entre vizinhos de tempos a tempos (interacção social repetida) e o encontro diário entre colegas de trabalho (interacção regular). A interacção regulada é planeada e regida por leis ou regras que definem a forma como ocorre a interacção. São exemplos desta forma de interacção reuniões de trabalho, encontros de família, aulas, apresentação de trabalhos, em que, implícita ou explicitamente, existem regras ou códigos de conduta social, e padrões de comportamento entre os indivíduos que interagem.

A interacção social regulada conduz à criação de relacionamentos entre os intervenientes originando relações sociais, nas quais cada participante ocupa uma determinada posição social, desempenhando o seu papel social. As relações sociais são a base para estruturas sociais complexas como as redes sociais, as comunidades ou mesmo sociedades.

2.3 Comunidades virtuais

Os ambientes de interacção social são espaços virtuais onde se desenrolam acções de interacção entre os seus participantes que culminam no estabelecimento de relacionamentos sociais, formando estruturas sociais complexas como são as redes sociais ou comunidades. Neste contexto, as comunidades virtuais apresentam-se como ambientes de interacção onde as relações entre os participantes vão além da comunicação, assumindo-se como um meio para a criação de sentimentos e relacionamentos que interligam sentimentalmente as pessoas em volta de um propósito ou objectivo partilhado. Deste modo, os requisitos destes ambientes e o seu desenvolvimento requerem estratégias apropriadas aos seus participantes, que reflectam as suas necessidades e anseios.

O estudo das comunidades virtuais, em particular, das suas características e dos seus ciclos de desenvolvimento, representam um passo importante para a análise da interacção social em ambientes virtuais. Neste domínio há que salientar a ênfase dada aos futuros participantes no desenvolvimento destes ambientes, uma vez que, os requisitos das comunidades virtuais são avaliados com base nas suas necessidades. Serão apresentados nesta secção os principais conceitos, características e estratégias

de desenvolvimento associadas às comunidades virtuais e enfatizada a sua correlação e importância na criação de ambientes virtuais de interacção social genéricos.

2.3.1 Definição

O termo comunidade é definido literalmente como um «*conjunto de pessoas que vivem em comum com recursos que não são da sua propriedade pessoal*» [29]. Numa perspectiva epistemológica, o termo comunidade tem origem na palavra latina *communitas* cuja raiz *communis* deriva da composição de dois grupos de morfemas: *com* (junto) e *munis* (obrigação); ou *cum* (junto) e *unos* (um). Esta perspectiva revela que o conceito de comunidade implica estar junto (pela raiz latina *cum*) por uma obrigação ou compromisso comum (*munis*) [159].

No domínio da sociologia, Hamman [97] define o conceito de comunidade como um grupo de pessoas que interagem socialmente tendo alguns pontos em comum com outros membros do grupo e partilham o mesmo espaço por um determinado período de tempo.

As novas formas de comunicação, relacionamento e interacção entre os indivíduos potenciadas entretanto, e o crescimento exponencial das tecnologias da informação e comunicação, permitiram quebrar as fronteiras físicas do conceito de comunidade. A deslocalização das comunidades para o ciberespaço originou um conjunto de novas terminologias, incluindo a palavra comunidade. Alguns autores falam de comunidades *online* (*online communities*) [162], outros de comunidades de rede (*network communities*) [142], ou mesmo comunidades electrónicas (*electronic communities* ou *e-communities*) [30]. Segundo Jones [26], estas novas nomenclaturas referem-se ao conceito de comunidade virtual (*virtual community*, na terminologia anglo-saxónica) introduzido por Rheingold [165] em 1993. Uma comunidade virtual é definida como «*um ciberespaço, suportado por uma base tecnológica, centrado na comunicação e interacção entre os participantes resultando na construção de relações inter-pessoais*» [124]. As comunidades virtuais são ambientes virtuais de interacção regidos por um propósito comum que despertam sentimento humano suficiente para criar laços de relacionamento entre os seus participantes [165], revelando algumas características particulares [78]:

- Objectivo ou interesse: a formação de comunidades está directamente relacionada com a partilha de um objectivo ou interesse comum aos seus membros. O objectivo ou interesse de uma comunidade define o seu domínio e, em certa medida, condiciona as suas características específicas que se adequam a cada situação.
- Filiação: as comunidades virtuais divergem entre comunidades abertas, acessíveis à generalidade da ciber-população, e comunidades fechadas, onde só membros têm acesso, mediante um critério prévio de selecção.
- Relacionamento: as relações interpessoais geradas no seio de uma comunidade virtual podem ir de um conhecimento casual a relações profundas (como a amizade ou mesmo o amor). Acontece que, os relacionamentos, podem ser condicionados pela dimensão da comunidade virtual.
- Compromisso: o nascimento de uma comunidade virtual advém da necessidade dos seus membros partilharem um interesse ou objectivo comum, existindo implicitamente um compromisso de reciprocidade e entreaajuda mutua, independentemente das suas relações pessoais.
- Valores: cada comunidade tem uma história, artefactos e ciber-locais próprios. Os seus membros partilham normalmente um conjunto de valores, objectivos, procedimentos e símbolos.
- Bens comuns: os membros de uma comunidade virtual participam na criação, controlo e distribuição de bens comuns à comunidade.
- Duração: o tempo de vida de uma comunidade não é definido. No mínimo deve existir tempo suficiente para se estabelecerem relações entre os seus membros. A sua extinção deve acontecer quando os seus objectivos forem cumpridos ou quando os membros deixarem de partilhar os interesses que originaram a sua formação.
- Dimensão: o número de membros de uma comunidade depende, entre outros factores, do seu objectivo ou interesse e do seu modo de filiação, constituindo a sua dimensão. As actuais comunidades virtuais vão desde as dezenas de membros (comunidades de pequena dimensão) a milhares de membros (comunidades de grande dimensão).

2.3.2 Classificação das comunidades virtuais

As comunidades virtuais são objecto de estudo de diversas áreas científicas, nomeadamente as tecnologias de informação, a psicologia e sociologia. Cada uma destas áreas tem uma visão própria das comunidades virtuais, o que se reflecte numa diversidade de definições do conceito. Do mesmo modo, a sua classificação segue diferentes esquemas mediante a área de estudo.

A classificação das comunidades virtuais tem particular importância no desenvolvimento de metodologias de suporte adequadas à sua criação e à manutenção do seu ciclo de vida, como argumentam Lazar e Preece [123]. Os mesmos autores propõem, com base em bibliografia de referência em diversas áreas, quatro esquemas de classificação das comunidades virtuais: classificação por características, classificação por software de suporte, classificação por relacionamento com comunidades reais e classificação por grau de relacionamento social.

Classificação por características

As comunidades virtuais podem ser caracterizadas, como referido, com base num conjunto genérico de características. Whittaker [203] defende que as comunidades que apresentem pelo menos o conjunto básico de características podem ser consideradas exemplos claros de comunidades virtuais e, com base neste princípio, que as comunidades podem ser comparáveis e classificadas segundo as suas características. De entre as características mais comuns para a classificação destacam-se o objectivo ou interesse comum, a dimensão e a filiação.

A classificação de comunidades segundo o objectivo ou interesse partilhado pelos seus membros é enfatizado por Schümmer [175], que distingue comunidades de interesse, comunidades de propósito e comunidades de prática, que reflectem diversas instanciações do objectivo que está na origem da comunidade.

Por outro lado, o interesse partilhado pelos membros de uma comunidade é um factor de diferenciação das comunidades, que se pode reflectir noutras características da comunidade. Um exemplo deste facto são as comunidades em que o interesse comum são experiências vividas por pessoas que tiveram uma doença crónica. Neste caso, o grau de relacionamento e interacção entre os seus membros é muito elevado, como

comprovado por alguns estudos efectuados na área [161].

A dimensão e o modo de participação de uma comunidade são outras características que revelam particular interesse. Alguns autores consideram que quanto maior for uma comunidade maior será o seu valor para os seus membros ou o benefício de nela participarem, argumentando que, na maioria dos casos, a participação nas comunidades só ganha relevância quando a sua dimensão é grande.

Generalizando, podemos concluir que as comunidades virtuais que possuem atributos comuns podem ser comparáveis e, desta forma, as comunidades podem ser classificadas mediante uma ou mais das suas características.

Classificação por software de suporte

As comunidades virtuais são por definição ciberespaços suportados por uma base tecnológica. Como base tecnológica são utilizados diversos tipos de software que permitem a comunicação e interacção mediada por computador. Usualmente, são utilizados como software de suporte às comunidades virtuais, servidores de listas de correio electrónico (*listservers*), grupos de notícias (*newsgroups*), quadros de notícias (*bulletin board*), *Internet Chat Relay* (IRC), entre outros. Cada software de suporte tem características próprias que influenciam directamente o relacionamento entre os membros da comunidade. Por exemplo, nos grupos de notícias a comunicação é assíncrona, ao passo que no IRC a comunicação é síncrona. Neste contexto, as próprias características do software de suporte das comunidades podem também contribuir para a sua classificação.

Existem também casos em que as comunidades virtuais recorrem a múltiplas tecnologias de suporte, agrupando diversos softwares de suporte ou utilizando pacotes de software específico que fornecem as mesmas funcionalidades.

As tecnologias de suporte são uma característica diferenciadora das comunidades virtuais, logo, possibilitam a sua classificação, o que contribui para auxiliar a definição dos seus limites.

Classificação por relacionamento com comunidades reais

Algumas das comunidades virtuais são baseadas em comunidades reais. Outras existem no mundo virtual, mas não têm qualquer reflexo no mundo real. Com base nestas observações, Aoki [36] definiu três tipos de comunidades tendo em conta o seu grau de relacionamento com as comunidades reais.

O primeiro dos tipos definido por Aoki são as comunidades virtuais baseadas no mundo real, que têm normalmente por base comunidades geográficas. Neste tipo de comunidades, os membros reúnem-se normalmente para interacções frente-a-frente, sendo esta interacção complementada com a componente virtual.

Outro dos tipos definidos por Aoki são as comunidades cujo meio preferencial de interacção é o ambiente *online*, sendo no entanto a interacção complementada com interacções frente-a-frente frequentes. Segundo o autor, este tipo de comunidades pode ou não ser baseada em comunidades geográficas.

O último dos tipos definidos são as comunidades puramente virtuais, em que não existe interacção frente-a-frente, restringindo-se a interacções mediadas por computador. Normalmente, neste tipo de comunidades virtuais os utilizadores estão geograficamente dispersos ou pretendem manter o anonimato, o que limita a interacção frente-a-frente.

Classificação por grau de relacionamento social

Numa comunidade virtual o grau de relacionamento social entre os membros pode ser mais ou menos forte. Assim, e de um ponto de vista sociológico, as comunidades virtuais podem ser classificadas mediante o relacionamento social dos seus membros. Em algumas comunidades virtuais a maioria dos membros mantém relações sociais estreitas, havendo consequentemente comunicação e interacção entre eles. Por outro lado, existem comunidades em que os seus membros estabelecem relações sociais mais distantes, sendo a maioria das suas interacções com pessoas externas à comunidade. Neste sentido, o grau de relacionamento social dos membros da comunidade constitui um modo de classificação das comunidades virtuais.

2.3.3 Criação e desenvolvimento de comunidades virtuais

O desenvolvimento de uma comunidade virtual é condicionado por diversos factores, entre eles o desenvolvimento de tecnologia adequada à criação do espaço de interacção e a avaliação das condicionantes da interacção social e das necessidades da comunidade. Neste sentido, o processo de criação e desenvolvimento de uma comunidade virtual não se restringe meramente ao campo tecnológico, recaindo grande parte da atenção sobre questões sociais. Este facto reflecte-se nas equipas de desenvolvimento, que são equipas multi-disciplinares envolvendo para além dos especialistas em tecnologias de informação, psicólogos sociais, sociólogos e os próprios membros da comunidade.

O sucesso de uma comunidade virtual não está na qualidade da tecnologia desenvolvida. Segundo Preece [162] o desenvolvimento de uma comunidade virtual é condicionado pela sua usabilidade e sociabilidade, e centrado no ciclo de vida das comunidades virtuais. Numa visão orientada ao sistema, Kim [110] aponta nove estratégias de desenho de comunidades virtuais. Kollock [115] defende que, além da tecnologia e da usabilidade, os principais factores a ter em conta no desenvolvimento de uma comunidade virtual são factores sociológicos.

Em seguida, são analisadas as perspectivas para o desenvolvimento de comunidades virtuais, tendo em consideração que para uma comunidade virtual alcançar o sucesso é essencial que as equipas de desenvolvimento tenham a percepção das necessidades da comunidade e avaliem os requisitos para o seu desenvolvimento.

Princípios para o desenvolvimento de comunidades virtuais

O desenvolvimento de comunidades virtuais tem como principal objectivo fomentar a interacção social e os relacionamentos dos membros da comunidade em torno de um objectivo ou interesse comum. Como anteriormente referido, diversos factores têm que ser tidos em conta no desenvolvimento destes ambientes, não ocupando o factor tecnológico o ponto central do processo, ao contrário de metodologias tradicionais. De facto, a definição de princípios para o desenvolvimento de comunidades virtuais tem sido objecto de estudo de diversas áreas [92], das quais se destacam as estratégias e princípios definidos nos trabalhos de Kim [110], Kollock [115] e Preece [162].

Numa perspectiva orientada ao sistema, Kim apresenta uma abordagem tecnológica com suporte social para a organização social, baseada em nove estratégias e três princípios de desenho. As estratégias de desenho para comunidades virtuais englobam o propósito, as pessoas, a liderança, os perfis, as regras e políticas, os locais de reunião, o planeamento de eventos, os rituais e o suporte a sub-grupos. Para cada uma destas estratégias, a autora apresenta um conjunto de tecnologias associadas à sua possível implementação. O desenho para o crescimento e mudança, a criação e manutenção de ciclos de realimentação (*feedback*) e a delegação dinâmica e temporal de poderes aos membros, constituem os três princípios de desenho definidos por esta abordagem.

A perspectiva apresentada por Kollock centra-se nos desafios sociológicos presentes na construção e desenvolvimento de comunidades virtuais, argumentando que existem desafios tecnológicos no processo. No entanto, a reduzida compreensão do impacto das medidas sociológicas no sucesso de uma comunidade virtual representa um problema de maior dimensão. Tendo como principais objectivos o apoio à interacção social, a cooperação, as acções colectivas e a ordem social, os princípios definidos por esta perspectiva reflectem a necessidade da repetição de interacção social, uma identidade persistente construída com base na informação e comportamentos pessoais, uma definição clara dos limites do grupo, a evolução das normas e regras dos recursos comuns e meios para monitorizar e sancionar o comportamento dos membros.

A perspectiva mais próxima da interacção humano-computador é a apresentada por Preece. A autora apresenta uma perspectiva simplista, assente em dois princípios fundamentais para o desenvolvimento de comunidades virtuais: o desenho da usabilidade e o suporte da sociabilidade. O desenho da usabilidade centra-se na forma como os utilizadores interagem no ambiente de interacção e levam a cabo as suas tarefas, tendo em consideração, entre outras, questões de interacção, navegação, representação dos utilizadores, formato das mensagens, ferramentas de suporte e histórico do ambiente. As preocupações de usabilidade estendem-se ao desenvolvimento da interface com o utilizador, que deve seguir princípios de acessibilidade, bem como ter em consideração os dispositivos utilizados pelos utilizadores na interacção.

A interação social na comunidade virtual é abrangida pelo segundo princípio: o suporte da sociabilidade. Este princípio baseia-se em três componentes da sociabilidade: propósito; pessoas e perfis; e políticas de regulamentação, filiação, códigos de conduta, privacidade, segurança e protecção de direitos de autor. Com base nesta perspectiva, Preece define ainda o ciclo de vida das comunidades virtuais, bem como uma metodologia de desenvolvimento centrada na comunidade.

Ciclo de vida das comunidades virtuais

O ciclo de vida de uma comunidade virtual é constituído por quatro etapas ilustradas na Figura 2.1.



Figura 2.1 – Ciclo de vida das comunidades virtuais

O primeiro estágio de uma comunidade virtual é o “*pré-nascimento*”. Nesta fase decorre grande parte do trabalho de desenvolvimento, incluindo a criação ou escolha do software de suporte à comunidade e um planeamento inicial das políticas sociais. As actividades que decorrem nesta fase podem variar mediante se trate da criação de uma nova comunidade ou da reformulação de uma comunidade existente.

O trabalho de desenvolvimento diminui no segundo estágio do ciclo de vida da comunidade virtual (“*início de vida*”), recaindo a atenção da equipa de desenvolvimento no processo de aquisição de membros para comunidade. O sucesso desta fase reside no acolhimento e atenção prestada aos novos membros. O seu comportamento no seio da comunidade definirá o seu sucesso, mediante a sua permanência e contribuição para os interesses ou objectivos que são partilhados.

Atingido o estado de “*maturidade*” da comunidade, o seu modo de funcionamento é auto-regulado, ou seja, os próprios membros da comunidade asseguram na maioria dos casos o seu bom funcionamento e as alterações necessárias à adequação das necessidades dos seus participantes.

O fim de uma comunidade virtual é proferido quando os seus membros deixam de demonstrar interesse na sua existência, abandonando o ambiente, sendo desta forma

atingido o último estágio do seu ciclo de vida (“*morte/fim*”). Outras situações poderão ocorrer determinando o fim de uma comunidade, nomeadamente ser atingido o objectivo para o qual a comunidade foi criada, ou por problemas associados ao seu funcionamento.

Desenvolvimento centrado na comunidade

A perspectiva do desenvolvimento centrado na comunidade coloca a comunidade como o centro da captura dos requisitos do desenvolvimento, ao invés de requisitos meramente tecnológicos. Assim, o processo de desenvolvimento é logicamente dividido em dois aspectos fundamentais, que se conjugam no sucesso da comunidade: o desenho ou selecção do software adequado à criação e desenvolvimento da comunidade, e o planeamento da sociabilidade.

A avaliação da usabilidade e sociabilidade são um ponto comum no processo de desenvolvimento, estando estes conceitos sempre presentes durante o ciclo de vida de uma comunidade virtual.

O processo de avaliação das necessidades da comunidade não se restringe aos primeiros estágios do ciclo de vida da comunidade, mas é um factor constante durante o seu ciclo de vida. Um dos principais problemas no desenvolvimento das comunidades reside no facto de, uma vez concluído o processo de desenvolvimento e instalação das tecnologias de suporte, não ser tida em consideração a natureza evolutiva da comunidade e consequentemente não ser dado o devido apoio de manutenção e evolução das respectivas tecnologias. O desenvolvimento centrado na comunidade é pois um processo cíclico e evolutivo que tem por base as necessidades da comunidade, para as quais são definidos planos de usabilidade e sociabilidade à medida que a comunidade evolui (Figura 2.2).

O desenvolvimento centrado na comunidade envolve uma iteração continua num ciclo de desenvolvimento e testes. Este processo de desenvolvimento é dividido em cinco estados que podem decorrer em paralelo, tendo como ponto central a avaliação do desenvolvimento realizado, como ilustrado na Figura 2.3. Em seguida, são pormenorizados cada um destes estados do desenvolvimento centrado na comunidade.

O primeiro estado do desenvolvimento centrado na comunidade, a “*avaliação das*

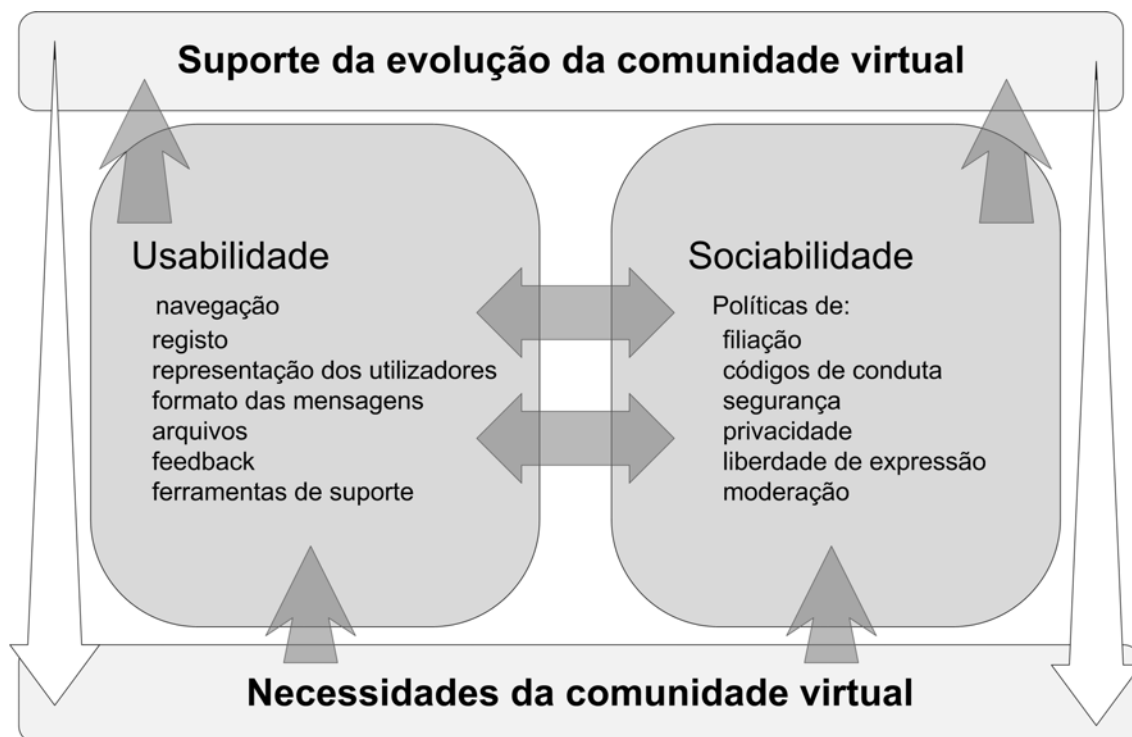


Figura 2.2 – O papel da usabilidade e sociabilidade no desenvolvimento centrado na comunidade

necessidades da comunidade e análise das tarefas dos utilizadores”, envolve a compreensão das necessidades da comunidade e a análise das tarefas dos utilizadores. Para a execução destas tarefas é essencial o conhecimento do perfil dos futuros membros da comunidade, em particular qual o interesse ou objectivo comum que está na origem da comunidade. Esta fase do desenvolvimento da comunidade é equivalente à análise de requisitos efectuada em engenharia de software, variando, no entanto, o objecto de análise, centrando-se neste caso nas necessidades da comunidade.

Mediante os resultados obtidos da avaliação das necessidades da comunidade, no estado de *“selecção da tecnologia e planeamento da sociabilidade”*, são analisados os requisitos genéricos da comunidade e definidas as soluções tecnológicas de suporte. Estas poderão passar pela utilização de software existente ou pelo desenvolvimento de software específico. Paralelamente à selecção da tecnologia, são planeadas as



Figura 2.3 – Estados do desenvolvimento centrado na comunidade

políticas e estruturas sociais da comunidade sendo definido um plano de sociabilização.

Na fase de “*desenho, implementação e testes de protótipos*” as necessidades da comunidade são mapeadas em funcionalidades das tecnologias de suporte, sendo determinado o desenho conceptual da comunidade. Ocorrem neste estado actividades de desenho, prototipagem e teste que permitem a avaliação do mapeamento efectuado. As actividades ligadas aos testes de usabilidade e sociabilidade de uma comunidade virtual ocorrem no estado de “*refinamento e testes de usabilidade e sociabilidade*”. Inerentemente, ocorrem também neste estado actividades de correcção de problemas detectados nos testes realizados.

O estado de “*publicitação da comunidade e acolhimento de novos membros*” engloba actividades de angariação de novos membros para popular a comunidade virtual publicitando a sua actividade. O acolhimento dos novos membros na comunidade é uma actividade crucial para o espaço, uma vez que são eles que irão “dar vida” à comunidade. Este processo deve ser acompanhado pelos gestores da comunidade, adaptando-a às novas necessidades que surgem da entrada e saída dos seus membros.

2.4 Comunicação em ambientes de interacção social

O desenvolvimento das redes de computadores impulsionou o interesse na interacção

humano-computador-humano, abrindo novas portas à comunicação entre humanos. De facto, na base dos ambientes de interacção está a comunicação. A comunicação é um factor presente nos ambientes de interacção, quer do ponto de vista estritamente tecnológico, quer sócio-tecnológico. Na avaliação estritamente tecnológica, a comunicação é abordada ao nível da troca de mensagens entre os participantes no ambiente de interacção, ao passo que numa abordagem sócio-tecnológica são avaliados factores como as necessidades de comunicação dos utilizadores e as formas de comunicação usadas.

2.4.1 Troca de mensagens entre os utilizadores

A troca de mensagens entre os intervenientes de um ambiente de interacção social pode ser efectuada num único sentido (comunicação unidireccional) ou em ambos os sentidos. A comunicação unidireccional é característica dos ambientes em que apenas existe comunicação sem interacção, ou seja, monólogos. Por outro lado, a comunicação bidireccional é efectuada em ambos os sentidos, havendo reciprocidade entre emissor e receptor. As comunicações bidireccionais constituem uma forma simples de diálogo entre os intervenientes na comunicação, havendo entre estes, implicitamente, uma forma de interacção. Pelas razões enunciadas, nos ambientes de interacção social, a troca de mensagens entre os intervenientes é efectuada, na sua generalidade, usando comunicação bidireccional.

Associado à troca de mensagens existe um conjunto de questões que podem ser colocadas, nomeadamente: a quem são entregues as mensagens; quando são entregues; e de que forma são entregues. Para responder a cada uma destas questões, a troca de mensagens entre os intervenientes no ambiente de interacção pode ser classificada relativamente à:

- distribuição
- tipo de entrega
- forma de entrega

Distribuição das mensagens

Na comunicação num ambiente de interacção social existem geralmente três formas

de distribuição das mensagens entre os intervenientes: um para um; um para muitos ou muitos para um; e muitos para muitos (Figura 2.4).

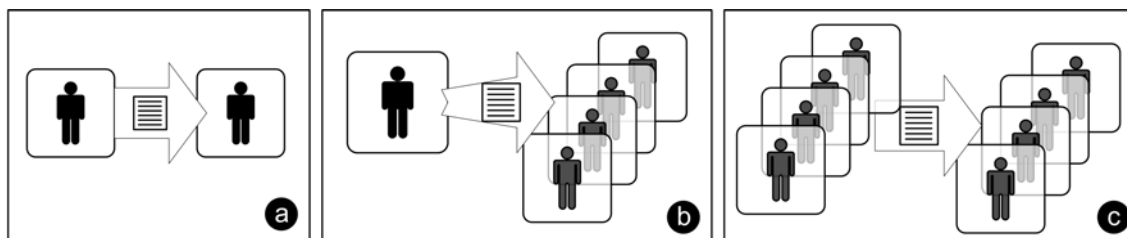


Figura 2.4 – Distribuição das mensagens. (a) um para um (b) um para muitos (c) muitos para muitos

Em comunicações um para um, uma mensagem tem um remetente e um destinatário, como apresentado na Figura 2.4 (a). Este tipo de troca de mensagem é geralmente usado em conversações privadas no seio de um ambiente de interacção, à margem da interacção geral do ambiente.

Nos casos em que uma mensagem tem um remetente e vários destinatários, a troca de mensagem é do tipo um para muitos (Figura 2.4 (b)). A utilização desta forma de comunicação é usada quando se pretende interagir com uma audiência, como por exemplo, numa apresentação virtual de um artigo, em que o emissor apresenta o seu trabalho a uma audiência. Por sua vez, a audiência poderá colocar as suas questões ao orador, estando então numa situação em que a comunicação é do tipo muitos para um.

Ocorrem situações em que existe a necessidade de um grupo de participantes interagir com outro grupo. Estes são casos típicos em que o tipo de comunicação utilizada é de muitos para muitos, ou seja, uma mensagem tem vários remetentes e vários destinatários (Figura 2.4 (c)).

Tipo de entrega das mensagens

A entrega das mensagens é efectuada mediante as características do ambiente de interacção social, nomeadamente, se a interacção decorre em tempo real ou diferido. Para tal, os ambientes de interacção possuem os dois tipos usuais de entrega de mensagens: síncrono e assíncrono.

No tipo de entrega síncrono, ambos os intervenientes da interacção devem encontrar-se no ambiente, e a troca de mensagens é efectuada em tempo real. Este tipo de funcionamento é característico dos ambientes em que os intervenientes participam em conversações em tempo real, como por exemplo o IRC (*Internet Chat Relay* na nomenclatura anglo-saxónica) [8].

A entrega assíncrona é caracterizada pelo facto de o emissor da mensagem não ter conhecimento da presença do receptor no ambiente de interacção, facto que implica necessariamente um desconhecimento do horizonte temporal para a recepção da resposta. Associado a este tipo de entrega existem modelos de organização das mensagens que garantem a entrega diferenciada ao destinatário [84].

Forma de entrega das mensagens

Num ambiente de interacção, as mensagens podem ser trocadas directamente ou indirectamente entre os participantes (Figura 2.5), tendo em consideração a tipologia

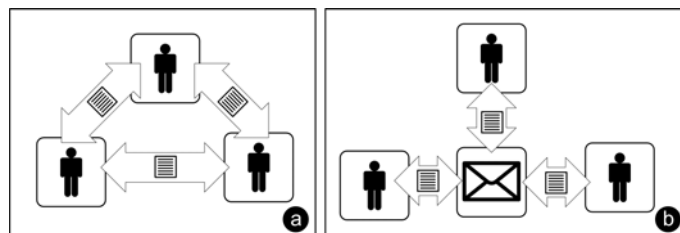


Figura 2.5 – Entrega das mensagens: (a) directa (b) indirecta

da rede e o modo de distribuição das mensagens [50]. No caso em que as mensagens são entregues directamente, cabe ao emissor da mensagem garantir mecanismos para a sua distribuição e tipo de entrega. Na forma de entrega indirecta estas funções são delegadas a um ou mais agentes de intermediação que implementam tais mecanismos.

2.4.2 Necessidades de comunicação dos utilizadores

As necessidades de comunicação dos utilizadores em ambientes de interacção podem, segundo Bair [40], ser classificadas em quatro níveis, a saber: informação, coordenação, colaboração e cooperação. Estes níveis representam segundo o autor

um grau crescente de intensidade na comunicação entre os utilizadores. Assim, informar, é o nível mais básico, em que a comunicação é escassa e na maioria da vezes efectuada de uma forma anónima havendo inerentemente um conhecimento superficial ou desconhecimento entre os interlocutores. No nível seguinte, a coordenação, os utilizadores conhecem-se mutuamente, tendo um contacto directo na troca de informação e de actividades, embora a comunicação seja esporádica. A colaboração pauta-se como um nível em que os utilizadores têm um maior relacionamento, partilhando um objectivo comum, sobre o qual trocam informação necessária. O nível mais elevado é a cooperação, em que os objectivos de cada utilizador são definidos em função de um objectivo comum, existindo para tal a necessidade de comunicação para a coordenação de um processo comum, em que existe uma colaboração equitativa e um plano de execução bem definido.

As necessidades de comunicação entre os utilizadores revelam também o nível de relacionamento entre eles. Nos níveis em que a comunicação é escassa, o conhecimento entre os utilizadores segue o mesmo padrão, podendo afirma-se que os utilizadores relacionados desta forma formam comunidades. À medida que a intensidade da comunicação e do relacionamento aumenta os utilizadores formam grupos, em que todos se conhecem mutuamente, ou mesmo equipas, trabalhando para um fim comum [173].

2.4.3 Formas de comunicação utilizador-utilizador

No mundo real, em comunicação frente a frente, as pessoas usam diversas formas de comunicação. Se o senso comum revela que a maioria da comunicação neste meio é efectuada através da fala ou da escrita, estudos científicos comprovam o contrário. Segundo Argyle [37] 65% da informação que é trocada nas comunicações frente a frente é expressa recorrendo a linguagem não verbal. Neste âmbito, podemos classificar as formas de comunicação frente-a-frente no mundo real em dois grandes grupos: comunicação verbal e não verbal. A comunicação verbal é entendida em sentido lato como sendo a comunicação com recurso a palavras, quer escritas quer faladas. Por negação do termo, a comunicação não verbal é a comunicação que não recorre a palavras, sendo expressa, entre outras formas, através de gestos, postura

corporal, movimentos, expressões faciais e tonalidade de voz.

As formas de comunicação no mundo real reflectem-se no mundo virtual, mediante o grau tecnológico de cada ambiente. Assim, os ambientes com um nível mais básico de comunicação possibilitam apenas a comunicação verbal, na maioria das vezes recorrendo a interfaces de texto. Os ambientes mais evoluídos recorrem a diferentes tecnologias, nomeadamente interfaces tridimensionais (3D) multimodais complementadas com periféricos de entrada e saída tecnologicamente evoluídos, como por exemplo as luvas e capacetes de realidade virtual, permitindo na maioria das vezes que comunicação verbal seja complementada por comunicação não verbal.

2.5 Caracterização dos ambientes de interacção social

Como citado anteriormente existem actualmente diversos tipos de ambientes em que é possível a interacção humano-humano. Cada um destes tipos de ambientes apresenta um conjunto próprio de características que se reflectem nos requisitos do ambiente. De seguida é apresentado um conjunto genérico de características dos ambientes de interacção.

2.5.1 Participação, identidade e confiança

A participação é um ponto fundamental dos ambientes de interacção, dado que sem a participação de pessoas no ambiente, a interacção humano-computador-humano é impossível. Este facto é realçado por Hildreth e outros [102] no caso particular das comunidades virtuais, afirmando que *«a participação é central à evolução das comunidades e à criação de relacionamentos que ajudam a desenvolver um sentido de confiança e identidade que define a comunidade»*.

Além da sua importância no contexto dos ambientes de interacção, o modo como os utilizadores podem ou não participar na interacção constitui uma característica do ambiente. Os ambientes podem ser classificados como ambientes abertos ou fechados segundo o modo de participação permitido. Em ambientes abertos é permitida a participação da população em geral, enquanto que os ambientes fechados são

restritos a um determinado grupo de pessoas. É de salientar que esta classificação pode ser explícita ou implícita, ou seja, o ambiente pode explicitamente definir quais as pessoas que são aceites (por exemplo um grupo de trabalho, ou uma comunidade com uma determinada localização geográfica), ou impor restrições de interacção e comunicação que só permitem que um determinado grupo de cidadãos usufrua do ambiente, como por exemplo, restrições ao nível da usabilidade e acessibilidade.

A participação nos ambientes de interacção social é condicionada por vários factores, merecendo particular atenção a confiança e a identidade.

A confiança é definida, no contexto da troca de informação, como a segurança na forma como a informação é manipulada, em particular, como um indivíduo ou agente manipulam a informação de terceiros [136]. Genericamente, o conceito de confiança está relacionado com a segurança sentida numa determinada situação. Neste âmbito, quando não existe confiança entre os utilizadores de um ambiente de interacção, a interacção é condicionada, influenciando directamente a participação dos utilizadores na interacção, e mesmo a sua presença no ambiente. No contexto da interacção humano-computador-humano há que ter em conta que existe um intermediário na comunicação, no qual ambos os interlocutores devem confiar, podendo este (moderador/intermediário) constituir um factor de influência na participação.

A identidade tem um papel fundamental no processo de interacção, uma vez que o conhecimento da identidade dos interlocutores é essencial para estabelecer relacionamentos e garantir a confiança entre as partes envolvidas na interacção. Normalmente, em ambientes de interacção social a identidade de um utilizador pode ser real, baseada na sua identidade no mundo real, ou virtual, existindo apenas no ambiente virtual. Nos casos em que a identidade é baseada na sua identidade real, a sua caracterização é determinada pelas necessidades do ambiente de forma a garantir o seu reconhecimento pelos outros participantes e a assegurar a confiança no ambiente. Por seu lado, na maioria dos casos em que a identidade é virtual, não existe qualquer relação com a identidade real do utilizador, o que garante o anonimato ou mesmo a vivência de uma “vida virtual” paralela. Em qualquer dos casos, um dos factores a ter em conta na caracterização da identidade são os comportamentos dos utilizadores, que podem ser definidos “à priori”, ou adquiridos durante

as interacções no ambiente.

2.5.2 Presença

Num ambiente de interacção social, os utilizadores não estão meramente presentes. Ambiente supõe a existência de um meio envolvente, um contexto onde os utilizadores interagem. Por outro lado, estes espaços são habitados por vários utilizadores que nele interagem. A presença virtual é uma característica comum nos ambientes de interacção, que estimula nos utilizadores um contexto de *locus* virtual. A sensação de localização virtual, permite em ambientes de larga escala, a percepção de vizinhança, estimulando a interacção com quem os rodeia [206]. Presença é então definida como um sentimento de aproximação virtual entre pessoas separadas fisicamente [98]

Lombard e Ditton [25] definem presença como uma percepção ilusória de não mediação. Esta perspectiva ilustra a situação ideal de presença, em que os participantes nos ambientes de interacção são completamente abstraídos da mediação do computador na interacção, criando uma ilusão de comunicação frente-a-frente. O grau de ilusão é, segundo os mesmos autores, uma medida de avaliação da presença nos ambientes de interacção que é aplicada em vários estudos nesta área.

Nos ambientes de interacção a presença pode ser classificada em: presença pessoal e presença partilhada, também referida por alguns autores como co-presença [184]. Estas duas formas de presença estão relacionadas, mas são conceptualmente diferentes.

A presença pessoal está relacionada com o sentido contextual de presença do próprio utilizador no local, manifestando-se no seu estado de espírito (manifestação subjectiva) e nas suas acções no ambiente (manifestação comportamental). De facto, na manifestação comportamental de presença o participante age como se estivesse efectivamente presente no ambiente, exibindo comportamentos que suportam este facto, ou seja, esta manifestação de presença pode ser entendida como respostas automáticas, não planeadas e inconscientes do utilizador a estímulos do ambiente.

A presença partilhada refere-se à percepção de partilhar um ambiente com outros utilizadores, tendo em conta o sentido de presença dos outros utilizadores e o sentimento

de fazer parte de um grupo e um processo comum, ou seja, o seu comportamento perante esse grupo.

2.5.3 Interface com o utilizador

A interacção humano-computador-humano recorre ao computador como intermediário na comunicação entre as pessoas. Neste âmbito, o modo como é efectuada a interacção em cada um dos pontos terminais da interacção, ou seja, a interacção humano-computador, constitui um factor que pode restringir a interacção e que, por sua vez, caracteriza o ambiente de interacção.

A interface com o utilizador de um ambiente de interacção define o modo como as pessoas podem manipular o computador e obter os respectivos resultados, recorrendo a dispositivos de entrada e saída de dados, respectivamente.

Tradicionalmente, em ambientes de interacção são utilizados três tipos de tecnologias de apresentação nas interfaces do utilizador [132]: texto, gráficos bidimensionais (2D) e gráficos tridimensionais (3D).

Historicamente, a primeira tecnologia a ser utilizada nas interfaces dos utilizadores em ambientes de interacção social foi o texto. Em ambientes com interface baseada nesta tecnologia não existem quaisquer elementos gráficos, sendo consequentemente todo o ambiente representado com base em caracteres (Figura 2.6)². A atmosfera do ambiente e o nível de imersão são, neste tipo de ambientes, criados mentalmente pelos utilizadores, requerendo um grande poder de imaginação e visualização.

Posteriormente, começaram a ser desenvolvidos ambientes de interacção que recorriam a interfaces bidimensionais para a representação do ambiente (Figura 2.7). Usando este tipo de tecnologia de interface é possível representar o ambiente envolvente dos utilizadores, sendo realçada a presença do utilizador no ambiente, bem como a sua representação. Na maioria destes ambientes os utilizadores são representados como *avatars*³ o que permite uma melhor navegação, mesmo em ambientes

² “O MOOsaico é o mais antigo ambiente virtual baseado em texto em funcionamento em Portugal e durante algum tempo foi o único do mundo com suporte multilíngue. Está em funcionamento oficial desde 7 de Janeiro de 1994.” [13]. O MOOsaico está acessível no endereço `telnet://moo.di.uminho.pt:7777/`.

³Um *avatar* é uma representação de um utilizador na forma tridimensional (modelo 3D), bidimensional (imagem) ou textual (construção com base em caracteres, normalmente utilizando arte

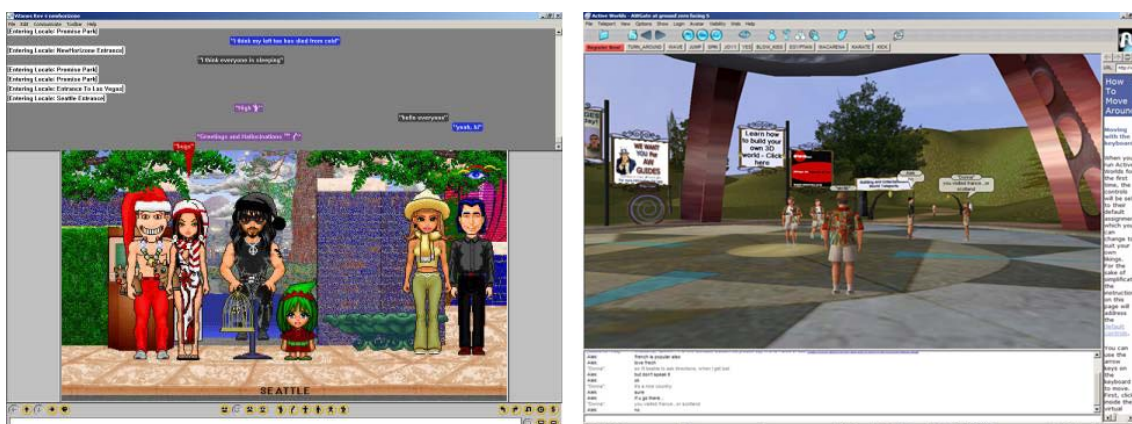


Figura 2.7 – Exemplos de ambientes de interacção com interface 2D (VZones) e 3D (ActiveWorlds)

de tecnologia de apresentação recorre a um navegador Web para renderizar o ambiente e na sua forma original usa a linguagem HTML (*HyperText Markup Language*) [197] para o definir. As limitações tecnológicas deste tipo de interface prendem-se com o protocolo de comunicação da *World Wide Web*: o protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) [198]. No entanto, e apesar das limitações iniciais, actualmente as interfaces Web assumem-se como agregadoras das interfaces texto, 2D e 3D, fornecendo inúmeras possibilidades ao nível da interacção com os utilizadores. A actual tendência de convergência da internet na *World Wide Web*, implica implicitamente a convergência das interfaces com o utilizador para o ambiente Web.

2.5.4 Domínio de utilização

A disseminação dos ambientes de interacção é actualmente enorme, abrangendo as mais diversas áreas de intervenção. O domínio de utilização de um ambiente de interacção influencia directamente os seus requisitos tecnológicos e sociológicos. Além de constituir uma característica dos ambientes de interacção, o domínio de utilização contribui para a categorização dos ambientes de interacção permitindo criar categorias de ambientes que partilham um conjunto de requisitos associados a um domínio de aplicação.

Num estudo comparativo de ambientes de interacção, Manninen [132], agrupa os

ambientes em quatro grandes grupos:

- ambientes educativos;
- ambientes de entretenimento ou jogos;
- ambientes de conversação ou sociais;
- ambientes de criação, trabalho e pesquisa.

Os ambientes educativos centram-se em problemas de índole educacional e pedagógica sendo o objectivo central destes ambientes a transmissão e aquisição de conhecimento. Na maioria destes ambientes o processo de aprendizagem é um processo assistido com um objectivo bem definido, alcançado com base num conjunto de interacções entre os intervenientes no ambiente, nomeadamente troca de experiências, diálogos, discussão de ideias, realização de actividades individuais e de grupo. As interacções professor-aluno e aluno-professor têm um papel fundamental nestes ambientes permitindo a criação de conhecimento baseado no envolvimento colectivo [28].

O entretenimento tem um papel importante na vida das pessoas e a prova deste facto é o sucesso e crescente desenvolvimento da tecnologia e do mercado associado a esta área. A par deste desenvolvimento foi crescente o facto da inclusão de capacidades de interacção nos jogos, criando ambientes híbridos de interacção e entretenimento. Nestes ambientes os utilizadores podem juntar-se em grupos com objectivos comuns e participar na acção do jogo, dispondo para isso de ferramentas que lhes permitem a interacção, nomeadamente ferramentas de conversação. A complexidade da interacção e consequentemente o grau de comunicação nestes ambientes pode ir da simples conversação entre os utilizadores, até à definição de estratégias conjuntas, em que existe a necessidade de cooperação entre os participantes.

Um dos mais populares grupos de ambientes de interacção é o grupo de ambientes de conversação ou sociais. Estes ambientes são normalmente flexíveis permitindo os utilizadores interagirem livremente no espaço. Alguns destes ambientes caracterizam-se por construírem realidades paralelas, onde os utilizadores usam segundas identidades e vivem virtualmente num ambiente virtual, em que até os seus comportamentos são antagónicos aos apresentados no mundo real. Normalmente, estes ambientes privilegiam a interacção entre os seus membros, disponibilizando os mais variados tipos

de ferramentas, nomeadamente ferramentas de conversação texto, áudio ou vídeo. Os ambientes de interacção que se incluem no domínio de criação, trabalho e pesquisa são historicamente os mais antigos e derivam da própria finalidade que originou o aparecimento das tecnologias da informação e comunicação: auxiliar as pessoas no seu trabalho. Neste domínio têm particular interesse os ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador, que são actualmente uma área científica com grande interesse que estuda os problemas optimização dos processos de trabalhos em grupo com recurso às tecnologias de informação e comunicação.

2.5.5 Serviços de interacção

Nos ambientes de interacção os utilizadores interagem mutuamente com um objectivo comum. No sentido de actuar como um mediador na comunicação entre os utilizadores, um ambiente de interacção tem obrigatoriamente que fornecer um conjunto de serviços aos utilizadores para que possam interagir. Estes serviços vão de simples ferramentas de comunicação a complexos serviços que permitem, além da comunicação, a interacção com o meio envolvente, nomeadamente com artefactos e objectos partilhados.

Os serviços de interacção dos ambientes de interacção podem ser classificados em quatro grupos mediante o grau de comunicação entre os utilizadores que participam nas actividades de interacção do ambiente:

- serviços de informação.
- serviços de comunicação.
- serviços de colaboração e cooperação.
- serviços de interacção com o ambiente envolvente.

Os serviços de informação permitem a difusão de informação pelos participantes num ambiente de interacção, sendo utilizados para comunicar factos ou informações a um grupo de utilizadores. Este tipo de serviços baseia-se na distribuição de mensagens de um para muitos, permitindo a um utilizador informar os restantes sobre um determinado facto que ocorreu no ambiente, ou prestar informações a um grupo de utilizadores. São exemplos deste tipo de serviços os serviços de notícias, as listas de correio electrónico e as *feeds RSS* (*Really Simple Syndication* ou *Rich Site*

Summary).

Os serviços de comunicação são os mais comuns nos ambientes de interacção e permitem a troca directa de mensagens entre os utilizadores. Os serviços de comunicação podem ser simples, permitindo comunicação entre os utilizadores baseada em texto, ou complexos, em que podem ser utilizadas outras forma de expressão, nomeadamente som, vídeo, ou mesmo linguagem corporal. São exemplos destes serviços o *chatting* e a áudio e vídeo-conferência.

No sentido de suportar a colaboração e cooperação entre os utilizadores, os ambientes de interacção mais evoluídos incluem serviços que permitem a criação de áreas partilhadas usadas por todos os utilizadores do ambiente. Estes serviços estão associados a mecanismos de coordenação e controlo de concorrência de forma a garantir a consistência destas áreas. Um exemplo comum deste tipo de serviços é o *blackboard*, que disponibiliza a todos os participantes um quadro virtual que podem usar colaborativamente. Paralelamente, os serviços de colaboração e cooperação podem também integrar serviços de partilha de objectos, como por exemplo, partilha de ficheiros.

Finalmente, o grupo de serviços de interacção com o ambiente envolvente permite a manipulação de objectos do ambiente de interacção. Este tipo de serviços tem particular interesse em ambientes com interface tridimensional, populado por vários objectos com os quais os utilizadores podem interagir. No entanto, estes serviços não são exclusivos deste tipo de ambientes, existindo alguns ambientes com interface texto, como por exemplo os *Multi-User Dungeon Object-oriented* (MOOs), que também disponibilizam este tipo de serviços.

2.6 Classes de ambientes de interacção social

Actualmente existe uma grande diversidade de ambientes de interacção social englobando diversas áreas e utilizando várias tecnologias de suporte à comunicação. Mediante estes factores, os ambientes de interacção englobam serviços de interacção adaptados às suas necessidades e dispõem de interfaces que vão de encontro aos requisitos dos seus utilizadores. Estes factores condicionam também a presença, participação, identidade e confiança dos ambientes.

Neste contexto os principais factores de diferenciação dos ambientes de interacção são os domínios de utilização e as tecnologias de suporte, pelo que esses critérios serão utilizados para apresentar algumas classes de ambientes de interacção social actualmente existentes.

Na classificação por domínio de utilização são apresentadas as seguintes classes de ambientes de interacção social (entre parênteses encontra-se a relação entre a classe e os principais domínios dos ambientes de interacção, anteriormente identificados) :

- Ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador (ambientes de criação, trabalho e pesquisa).
- Ambientes virtuais de ensino (ambientes educativos).
- Mundos virtuais (ambientes de entretenimento e conversação).

No respeitante às tecnologias de suporte à comunicação, tradicionalmente os ambientes de interacção social utilizam, na maioria das vezes, plataformas próprias, o que corresponde implicitamente a uma diversidade de tecnologia equivalente à diversidade de ambientes de interacção. Contudo, como já referido, a massificação da Internet e das tecnologias associadas, nomeadamente da *World Wide Web* assegurou uma nova plataforma de comunicação de base para os actuais ambientes de interacção. Neste contexto, ao nível das tecnologias de suporte à comunicação serão avaliados genericamente os ambientes Web de interacção social emergentes, tendo em particular atenção as suas características genéricas.

2.6.1 Ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador

Os ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador são ambientes destinados ao trabalho em grupo ou equipa, nos quais cooperam um conjunto de pessoas empenhadas na execução de uma tarefa ou projecto comum. A cooperação compreende a coordenação de tarefas desempenhadas pelo grupo, bem como a troca e partilha de informação entre os participantes do ambiente, existindo associado a este processo um elevado grau de comunicação de forma a assegurar o cumprimento dos objectivos do ambiente.

As ferramentas ou programas informáticos de suporte aos ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador são habitualmente designadas por ferramentas de *groupware*. Existem várias classes de ferramentas de *groupware*, das quais se destacam:

- Espaços de informação partilhada – são ferramentas para a criação de espaços dedicados à partilha de informação entre os elementos do grupo, nas quais existe particular atenção ao acesso concorrente à informação e garantia da sua integridade.
- Sistemas de *workflow* – são das ferramentas mais utilizadas e difundidas nos ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador sendo utilizadas para a coordenação de processos de trabalho. Estes sistemas permitem a definição dos processos de trabalho em grupo, organizando as tarefas em fluxos de trabalho coordenados de forma paralela ou sequencial, assegurando o cumprimento dos objectivos inicialmente definidos para o ambiente.
- Sistemas de suporte a reuniões – são sistemas que suportam a realização de reuniões presenciais ou não presenciais, assegurando a disponibilização de informação a todos os participantes. O caso particular dos sistemas de suporte a reuniões não presenciais permitem a comunicação entre participantes distribuídos geograficamente, recorrendo a ferramentas de comunicação de texto, áudio e vídeo, imergindo os utilizadores num ambiente de reunião virtual.
- Editores de grupo – são ferramentas que permitem a criação cooperativa de documentos, envolvendo, na maioria dos casos, três fases distintas: planeamento, edição e revisão. Os editores de grupo permitem a execução das três fases de forma interactiva, podendo todos os participantes no ambiente de trabalho cooperativo intervir em cada uma das fases. Normalmente, os editores de grupo são caracterizados pela participação simultânea dos vários intervenientes, sendo neste caso considerada a edição como sendo síncrona. Nos casos em que a edição é efectuada em momentos distintos, usando para o efeito áreas de informação partilhada ou outras ferramentas para partilha de informação, a edição é designada por edição assíncrona.

Cada uma destas classes de ferramentas suporta tipos de comunicação específicos.

Ao nível da distribuição das mensagens é normalmente suportado o envio um para um e um para muitos, existindo, no entanto, casos em que são suportados mecanismos de muitos para muitos. O mesmo acontece ao nível do tipo de entrega que, tal como referenciado para o caso particular dos editores de grupo, são suportados mecanismos síncronos e assíncronos mediante o tipo de editores. Ao nível da forma de entrega das mensagens, o mais comum é a entrega ser indirecta existindo um mediador que efectua a sua distribuição. Todavia existem casos em que a distribuição pode ser efectuada de uma forma directa.

No que respeita ao tipo de interface é comum estes ambientes disponibilizarem interfaces gráficos bidimensionais (2D). Contudo, existem ambientes que recorrem a interfaces de texto e interfaces tridimensionais (3D). Neste último caso, são exemplos usuais os sistemas de suporte a reuniões que recorrendo a interfaces tridimensionais asseguram a imersão dos utilizadores no ambiente e, consequentemente, aumentam o seu sentido de presença no espaço de interacção [164, 168].

Os ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador são normalmente ambientes fechados ao grupo ou à equipa de trabalho, sendo a identidade dos utilizadores baseada na sua identidade real. Pela própria natureza do ambiente, a confiança é assegurada, uma vez que na maioria das situações existe conhecimento físico entre os participantes que no ambiente usam as suas identidades reais. A este facto não é alheio o processo de formação dos grupos ou equipas de trabalho, que são usualmente constituídas por elementos seleccionados com competências e/ou talentos complementares na área em que se desenvolve o trabalho.

Para cada uma das classes de ferramentas de *groupware* apresentadas existem inúmeras aplicações comerciais, livres ou de código aberto. No caso dos espaços de informação partilhada merece particular destaque um sistema desenvolvido pela Sun® para suporte ao diagnóstico de problemas em sistemas Unix, o *Sun SharedShell tool* [209]. Relativamente aos sistemas de *workflow* existem actualmente inúmeros, dos quais são exemplo o *Yet Another Workflow Language* (YAWL) [23], o *BONITA Workflow Cooperative System* [3] e o *OSWorkflow* [15]. Contudo os sistemas comerciais mais comuns nesta áreas são o *Lotus Notes* da IBM [7] e o *Microsoft Exchange* [11]. No que concerne os sistemas de suporte a reuniões merece particular destaque

o sub-projecto *Virtual Meeting Room* integrado no projecto *Augmented Multi-party Interaction* do grupo de *Human Media Interaction* da Universidade de Twente [19]. Finalmente, no âmbito dos editores de grupo é de referenciar o *DistEdit* [114]

2.6.2 Ambientes virtuais de ensino

Os ambientes virtuais de ensino são ambientes que expandem os tradicionais métodos de ensino e formação presencial, assegurando mecanismos para complementar necessidades associadas a problemas de mobilidade dos potenciais interessados na aquisição de conhecimentos. Estes ambientes enquadram-se na categoria de ensino a distância, em particular nas ferramentas de ensino assistido por computador, em que os interlocutores do processo se encontram separados geograficamente e por vezes temporalmente.

Um dos pontos centrais dos ambientes virtuais de ensino reside no incremento da comunicação, e conseqüente auxílio à interacção, entre professor e alunos, recorrendo às ferramentas disponibilizadas pelos ambientes. De entre as situações mais comuns nestes ambientes, merece particular destaque a aula virtual, em que professor e alunos separados geograficamente partilham um espaço virtual criado pelo ambiente, comunicando em tempo real, como se se tratasse de uma aula real. Este processo de interacção é complementado com o auxílio de ferramentas que permitem gerir os conteúdos educacionais, as presenças electrónicas dos alunos e mesmo supervisionar o seu processo de aprendizagem.

A comunicação nos ambientes virtuais de ensino pode ser síncrona ou assíncrona. Na situação anteriormente mencionada da aula virtual, a comunicação é realizada em tempo real, logo é síncrona. No entanto, existem situações como, por exemplo, sessões de dúvidas, em que os alunos podem colocar as suas questões ao professor que posteriormente esclarecerá o aluno pelo mesmo canal. Nestes casos a comunicação entre os interlocutores é assíncrona. A interacção nestes ambientes pode ser efectuada entre professor-aluno ou aluno-professor usando distribuição de mensagens de um para um, ou professor-alunos, aluno-alunos/professor, sendo neste caso a distribuição de um para muitos. Na maioria dos casos a comunicação é indirecta, sendo mediada pelas ferramentas de comunicação utilizadas.

Ao nível do interface, os ambientes virtuais de ensino disponibilizam normalmente interfaces gráficas bidimensionais, existindo casos em que são utilizados interfaces tridimensionais imersivos semelhantes aos usados pelos mundos virtuais, aumentando a sensação de presença dos utilizadores. Os utilizadores nestes ambientes utilizam identidades reais, uma vez que se trata de ambientes que aumentam ou complementam a realidade, permitindo que sejam realizadas interacções virtuais complementares ou em substituição de interacções reais ou presenciais.

Actualmente os ambientes virtuais de ensino usam preferencialmente a Web como plataforma de comunicação, razão pela qual estes ambientes e alguns exemplos de ferramentas de suporte serão mencionados novamente na sub-secção dedicada à classe dos ambientes Web de interacção social.

2.6.3 Mundos virtuais

Os mundos virtuais são ambientes virtuais de simulação que na maioria das vezes são utilizados para entretenimento e conversação, privilegiando a interacção social entre os seus participantes. Estes ambientes simulam, através de computador, o mundo real, recorrendo normalmente a representações tridimensionais ou bidimensionais. Existem porém alguns mundos virtuais em que a interface com o utilizador é assegurada por texto.

As origens dos mundos virtuais não estão directamente relacionadas com a interacção entre as pessoas, mas sim com a interacção humano-computador. Estes ambientes tiveram origem na área da realidade virtual e pretendiam criar um ambiente de simulação onde o utilizador experimentava sensações do mundo real. Os primeiros projectos estão associados à agência espacial norte-americana (NASA), nos quais eram preparados os pilotos para os voos espaciais simulando as condições que encontrariam no espaço. Os ambientes criados eram mono-utilizador, sendo a interacção simplesmente efectuada entre o participante na simulação e o mundo virtual criado.

A sensação de presença criada por estes ambientes, que incluem detalhes do mundo real como a gravidade, topografia, locomoção e actividades em tempo real, associada ao desenvolvimento das comunicações, potenciou a sua utilização por múltiplos

utilizadores, criando ambientes onde os utilizadores são representados por representações gráficas de humanoides, normalmente designados por *avatars*. Nestes ambientes, também designados por ambientes virtuais multi-utilizador ou ambientes virtuais interactivos distribuídos, é privilegiada a interacção entre os utilizadores, passando para segundo plano a interacção com o meio envolvente. Por outro lado, a designação destes ambientes é também condicionada pelo grau de comunicação entre os utilizadores, havendo alguns autores a designá-los como ambientes virtuais colaborativos.

Neste contexto, os mundos virtuais podem ser definidos como ambientes que suportam activamente a comunicação entre pessoas, complementada pela comunicação humano-máquina, que utiliza maioritariamente interfaces gráficas tridimensionais para representação do meio envolvente como interface com o utilizador. A interacção social é uma das principais características destes ambientes, que são suportados por tecnologia que permite a simulação de ambientes sociais físicos, recorrendo a dispositivos físicos avançados como os capacetes de realidade virtual, rastreadores de movimento ou técnicas de renderização tridimensional. As capacidades de simulação e controlo dos parâmetros da interacção social permitem a estes ambientes expandir o seu domínio de aplicação para além do entretenimento e lazer, sendo usados no estudo psicológico e sociológico dos comportamentos e percepção humana.

A distribuição das mensagens nestes ambientes é normalmente efectuada de um para um, sendo também suportado o envio de mensagens de um para muitos. Ao nível da entrega, as mensagens são normalmente síncronas sendo trocadas mensagens em tempo real entre os utilizadores do ambiente. Há situações em que é possível deixar mensagens aos utilizadores que não estão conectados ao ambiente, sendo nestes casos a comunicação assíncrona. Por seu lado, a entrega das mensagens segue usualmente uma forma de entrega indirecta.

No que concerne a identidade dos utilizadores no ambiente são normalmente usadas identidades virtuais criadas no ambiente, que permitem aos utilizadores maior liberdade de expressão dos seus sentimentos e opiniões. Por outro lado, a utilização de identidades virtuais permite aos utilizadores desenvolverem nestes ambientes actividades paralelas à vida real, o que muitas vezes conduz à experiência de uma vida

virtual. Neste contexto, a confiança nestes ambientes é fraca, não existindo, neste caso, uma relação entre o mundo real e o mundo virtual.

Existem vários exemplos desta classe de ambientes de interacção, sendo no entanto pertinente fazer a distinção entre os ambientes em que o mundo real é aumentado, ou seja, os ambientes são uma extrapolação do mundo real, e os ambientes em que é criada uma realidade paralela, envolvendo os seus utilizadores numa segunda vida, paralela à sua vida real. Estes últimos são actualmente os ambientes mais populares, contanto com vários tipos de interface com o utilizador: desde a simples interfaces de texto, do qual são exemplo os MOOs e os MUDs [58, 185]; às complexas interfaces tridimensionais como é exemplo o popular *Second Life* da *Linden Research* [16] e o *Active Worlds* da *Activeworlds Inc.* [1].

2.6.4 Ambientes Web de interacção social

A *World Wide Web*, ou simplesmente Web, é um canal privilegiado de comunicação, sendo empiricamente confundida com a própria Internet dada a sua dimensão e abrangência. À evolução da Web não são alheios os requisitos de interacção dos seus utilizadores, tendo este facto contribuído para a mudança de paradigma verificada nos últimos anos. A Web, tradicionalmente orientada para a publicação de conteúdos, é actualmente um mega-ambiente de interacção, no qual os seus utilizadores participam e dão o seu contributo para o seu crescimento e para a criação de novos conteúdos.

A Web centrou-se nos seus utilizadores e nas suas necessidades, existindo actualmente inúmeras ferramentas que permitem aos seus utilizadores terem um papel activo no crescimento desta auto-estrada da informação. De entre as ferramentas existentes destacam-se os *blogs*, *wikis* e *forums*. Os *blogs*⁴ são sítios Web onde os registos são apresentados por ordem cronológica, podendo ser comparados a um diário na Web. São utilizados pelos cibernautas para publicarem as suas ideias e opiniões, ordenadas cronologicamente, podendo também cada um dos registos receber comentários de outros utilizadores. Os *wikis*⁵ são ferramentas colaborativas que

⁴*blog* é uma palavra fantasista formada por *web* e *log*, ou seja, registo na web.

⁵*wiki* é a abreviatura de *wikiwiki*, termos havaianos que significam respectivamente rápido e super-rápido

permitem aos utilizadores criarem colaborativamente conteúdos. Os wikis podem ser considerados, de uma forma genérica, editores de grupo, utilizados como ferramentas de suporte a trabalho cooperativo. Finalmente, os *forums* são ferramentas que permitem a discussão *online*, garantindo um canal de participação e interacção entre os cibernautas. Comum a todas estas ferramentas é a caracterização da comunicação que nestes ambientes é assíncrona e efectuada de um para muitos, sendo a distribuição das mensagens indirecta, actuando o sítio Web como mediador, ou intermediário na sua distribuição.

A Web além de ser um mega-ambiente de interacção, constitui também um canal de comunicação de excelência para ambientes de interacção social. Este canal de comunicação permitiu a expansão e globalização dos ambientes de interacção social, assegurando ainda uma maior divulgação entre os cibernautas de todo o mundo. Actualmente existem inúmeros ambientes de interacção social que recorrem à Web como canal de comunicação, abrangendo os mais diversos domínios de aplicação, nomeadamente ao nível do entretenimento, conversação e educação.

Os ambientes Web de interacção social apresentam maioritariamente interfaces gráficas bidimensionais que correm sobre os navegadores Web. A difusão de conteúdos multimédia usando *plug-ins* como o *Macromedia Flash* e as *applets Java* são também um recurso muito utilizado neste tipo de ambientes. Existem ainda ambientes que recorrem a tecnologia VRML⁶ para a criação de interfaces tridimensionais em ambientes Web de interacção social. Outros ambientes recorrem às tecnologias de base da Web, no entanto sem usarem o navegador Web como interface. Estes ambientes recorrem normalmente a serviços que usam a Web como meio de comunicação (*Web Services*), garantindo assim independência ao nível da interface.

Ao nível da comunicação, a Web baseia-se no protocolo HTTP que é um protocolo de pedido-resposta, e é caracterizado por não manter o estado da sessão, o que, de alguma forma, restringe a distribuição, tipo e forma de entrega das mensagens. Deste modo, a maioria dos ambientes Web de interacção social são caracterizados por comunicação assíncrona e com entrega de mensagens indirecta. Contudo, existem soluções tecnológicas que permitem neste meio de comunicação a entrega de

⁶ *Virtual Reality Modeling Language* na terminologia anglo-saxónica

mensagens síncronas, bem como o envio directo de mensagens.

Como exemplos de ambientes Web de interacção, além das ferramentas supracitadas, são de salientar o *LivingSpace* da HP Labs [99] e o *blaxxun* [2] no domínio do entretenimento e conversação; o *Social Web Cockpit* [52, 95] e o *WW-FLOW* [111] no domínio do trabalho cooperativo; a plataforma *Moodle* [12] no domínio do ensino.

2.7 Avaliação dos ambientes de interacção social

As tecnologias da informação e comunicação sofreram mudanças radicais de paradigma, sendo actualmente utilizadas não só no trabalho, mas também no lazer, na educação e no entretenimento. As pessoas deixaram de interagir simplesmente com os computadores e passaram a interagir umas com as outras através dos computadores. A forma de utilização e do desenvolvimento de aplicações sofreu mudanças radicais em que os factores sociais passaram a desempenhar um papel de especial relevo. Neste contexto, os ambientes de interacção social constituem espaços emergentes, onde o desenvolvimento é centrado nos utilizadores e nas suas necessidades. O desenvolvimento de ambientes de interacção social são um processo complexo que envolve diversas áreas, em particular as tecnologias da informação e a sociologia. O papel das tecnologias de informação restringe-se a garantir um suporte tecnológico para o ambiente, ao passo que a sociologia avalia as questões sociais e as necessidades dos utilizadores, sendo esses requisitos reflectidos na solução tecnológica de suporte. Deste modo, existe uma relação intrínseca entre estas duas áreas no desenvolvimento destes espaços de forma a definir e implementar planos de sociabilidade e usabilidade. Um terceiro factor que condiciona o desenvolvimento destes ambientes é a natureza evolutiva do homem, que se repercute na alteração das suas necessidades, devendo os ambiente de interacção social reflectir essas alterações adaptando-se dinamicamente. Neste contexto, apesar da grande diversidade de ambientes de interacção social, persistem alguns problemas. A correlação entre os requisitos tecnológicos e sociológicos dos ambientes de interacção social não se reflectem nas tecnologias actualmente existentes. Nos processos de criação de ambientes de interacção social existentes há uma separação clara entre os domínios de intervenção de cada uma destas áreas, não existindo, no entanto, uma forma de as integrar, o que leva a que muitas vezes os planos

de sociabilidade sejam apenas advertências aos utilizadores que são apresentadas no acto de registo, ou listas de regras que são aplicadas pela moderação dos ambientes. Por outro lado a Web pode ser vista como um mega-ambiente de interacção mas também como uma plataforma de comunicação por excelência para a criação de ambientes de interacção social que garante um acesso global aos ambientes. Esta última perspectiva apresenta-se como mais flexível, uma vez que permite um maior controlo sobre o ambiente e o estabelecimento de planos de usabilidade e sociabilidade específicos, adaptados às necessidades de conjuntos limitados de utilizadores e não de todos os cibernautas. Associado a este facto existe também uma maior sensação de presença e uma garantia de maior grau de relacionamento entre os utilizadores o que, indirectamente, poderá contribuir para um aumento da sua confiança no ambiente.

3

Arquitecturas de suporte a ambientes de interacção social

«A new paradigm is required to explain patterns of success and failure.[...] Architectures impose order on the system and make the interconnections possible.» – Charles R. Morris and Charles H. Ferguson ¹

Neste capítulo apresentam-se os principais aspectos relacionados com arquitecturas de software de suporte a ambientes de interacção social. Primariamente, são definidos os principais conceitos, nomeadamente arquitectura de software e estilos arquitecturais. Em seguida, são revistos os principais estilos arquitecturais e avaliado o seu impacto no desenvolvimento de arquitecturas de software de suporte a ambientes de interacção social. Posteriormente, são analisadas as arquitecturas distribuídas e apresentados em detalhe alguns sistemas de referência, com particular atenção para a sua utilização na criação de arquitecturas de suporte a ambientes de interacção social. No final do capítulo é feita uma avaliação dos estilos e sistemas de referência apresentados.

¹*How architecture wins technology wars.* [140]

3.1 Introdução

No capítulo anterior foram apresentados os principais aspectos relacionados com os ambientes virtuais de interacção social, nomeadamente as suas características, requisitos e alguns tipos de ambientes virtuais de interacção social. Um aspecto intrínseco ao desenvolvimento de um ambiente de interacção social é a questão tecnológica, mais precisamente, a infra-estrutura tecnológica que suporta o ambiente virtual. O crescente interesse neste tipo de ambientes originou um incremento proporcional na sua dimensão e complexidade. O problema da complexidade e dimensão dos sistemas de software implica uma abordagem diferente ao nível do desenho e especificação da estrutura dos sistemas, como defende Garlan [90]. Este problema está na génese do conceito de arquitectura de software, como uma das soluções possíveis para lidar com os problemas estruturais, nomeadamente a organização e estruturação do controlo dos sistemas, a atribuição de funcionalidades aos elementos de desenho, a distribuição física dos sistemas e a sua escalabilidade e performance.

As primeiras referências a arquitecturas de software remontam a 1968 associadas ao estudo de Dijkstra de estruturas de software [69]. Nos anos seguintes, Brooks e Iverson chamaram arquitectura à «*estrutura conceptual de um computador do ponto de vista do programador*». Brooks [53] inicia uma distinção cuidadosa entre arquitectura e implementação defendendo que «*onde a arquitectura diz o que acontece, a implementação diz como é feito para acontecer*». Apesar desta distinção sobreviver até aos nossos dias, a visão do autor denota alguns traços da época, limitando as vistas da globalidade do sistema à vista do programador.

A maturação da disciplina ocorre na década de 90 e passa por um refinamento da abstracção de estrutura conceptual, apresentada décadas antes por Dijkstra e Brooks.

Hayes-Roth [100] define arquitectura de software como sendo «*uma especificação abstracta do sistema consistindo primariamente em componentes funcionais descritos em termos dos seus comportamentos, interfaces e interacções componente-componente*». A definição de Hayes-Roth acentua a ideia defendida décadas antes

por Brooks de separação entre arquitectura e implementação, ao focar a «*especificação abstracta do sistema*». O conceito de sistema de software é demasiado abstracto, razão pela qual o autor, centraliza o sistema na sua estrutura, enfatizando os seus componentes do ponto de vista das suas propriedades, funcionalidades e organização. Esta visão é também partilhada por Garlan e Penedo [90, 152]. No entanto, esta visão focalizada nos elementos atómicos do sistema, abdica de questões essenciais relacionadas com a estrutura como um todo, fundamentais para a análise e gestão do sistema na sua generalidade.

Uma arquitectura de software deve possuir informação sobre os requisitos gerais do sistema e as suas funcionalidades gerais. Esta visão é introduzida por Perry e Wolf [154] com o conceito de *rational* de uma arquitectura de software. Os autores definem o *rational* como sendo o «*nível que fornece os mecanismos básicos subjacentes à arquitectura, no que respeita às restrições do sistema, que na maioria dos casos deriva dos requisitos do sistema*». Perry e Worlf refinam também a definição estrutural de arquitectura definindo uma arquitectura de software como um «*conjunto de elementos arquitecturais que tem uma forma particular*». Os autores distinguem os elementos em elementos de processamento, de dados e de conexão, atribuindo à forma as propriedades e relações entre os elementos. Apesar de mais abrangente que as anteriores perspectivas, a definição de arquitectura de software de Perry e Wolf não engloba o conceito de vistas arquitecturais introduzida por Brooks, pelo que, uma das características essenciais das arquitecturas de software não é contemplada por esta definição.

Segundo o ANSI/IEEE Standard 1471-2000 uma arquitectura de software é «*a organização fundamental de um sistema, englobando os seus componentes, relações entre si e com o ambiente envolvente, e os princípios que gerem o seu desenho e evolução*». Esta definição, introduzida por Garlan e Perry [89] e incluída nas práticas recomendadas para Descrição Arquitectural de Sistemas de Software Intensivo [128], vai de encontro às definições anteriores, partilhando a inexistência de referências a vistas arquitecturais.

Com base num estudo das várias definições existentes de arquitectura de software, Gacek [87] conclui que uma arquitectura de software compreende um conjunto de

componentes do sistema e de software, conexões e restrições; um conjunto de declarações de necessidades dos utilizadores do sistema; uma lógica arquitectural que demonstra que os componentes, conexões e restrições definem o sistema, que quando implementado, satisfaçam os requisitos dos utilizadores.

As arquitecturas de software estão, na maioria das situações associadas a problemas cuja complexidade é elevada, sendo necessário metodologias para formalmente reduzir a complexidade do sistema de maneira a possibilitar uma melhor compreensão, análise e manutenção do mesmo. Segundo Allen [34], esta capacidade de redução de complexidade efectiva do sistema e paralelamente o incremento das capacidades de análise e manutenção, é obtida recorrendo à exploração de padrões no modelo arquitectural e a sua consequente aplicação à estrutura do sistema no sentido do reconhecimento de blocos comuns na estrutura e comportamento do sistema.

Um estilo arquitectural é definido como um padrão de interacções entre componentes definindo um vocabulário de componentes e conectores que pode ser usado em instâncias particulares do estilo, orquestrado por um conjunto de restrições que determinam o modo como componentes e conectores podem ser combinados [90]. Desta forma, novas arquitecturas podem ser definidas como instâncias de um estilo arquitectural. Complementarmente, e uma vez que um estilo arquitectural pode reflectir diferentes aspectos de uma arquitectura de software, esta pode ser composta de múltiplos estilos, formando um estilo híbrido construído com base em estilos básicos.

Para Shaw [178] os estilos arquitecturais têm o potencial de se tornarem a “língua franca” do desenho ao nível arquitectural, da mesma forma que os padrões de desenho² se revelam como uma ferramenta universal para a resolução dos problemas de implementação criados pelo desenho dos sistemas.

Fielding [83] argumenta que esta visão de estilo arquitectural é restrita na medida em que reflecte somente a perspectiva de descrição formal das arquitecturas de software, na qual as arquitecturas são vistas como abstracções baseadas na partilha de padrões

²Os padrões de desenho são soluções para problemas recorrentes em engenharia. Em engenharia de software são também conhecidos como GoF – *Gang of Four* – em homenagem aos quatro autores que propuseram pela primeira vez um conjunto de padrões de desenho no livro *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*: Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson e John Vlissides [88].

de diagramas, e não como sistemas dinâmicos em execução. Para o autor, os estilos arquiteturais são mecanismos para a categorização e definição das características das arquiteturas de software, definindo famílias de sistemas que se relacionam pela partilha de propriedades estruturais e semânticas.

3.2 Estilos arquiteturais

Os estilos arquiteturais constituem um conjunto de regras de desenho que identificam o tipo de componentes e interligações usados na composição de um sistema ou subsistema, regidos por um conjunto de restrições de composição [178]. O grau de generalização deste conjunto de regras determina a especificidade dos estilos arquiteturais, ou seja, quanto mais genérico for um estilo arquitetural, mais extensiva se torna a sua aplicação em arquiteturas reais. No entanto, no processo de generalização de um estilo arquitetural perdem-se características específicas dos sistemas dos quais os estilos foram derivados.

3.2.1 Estilos arquiteturais genéricos

No trabalho de referência apresentado por Shaw e Garlan [90] são identificados conjuntos de estilos arquiteturais genéricos que, segundo os autores, podem ser combinados formando estilos híbridos e usados na especificação de grande parte das arquiteturas de software. Posteriormente a este trabalho foram surgindo inúmeros estilos arquiteturais, que eram definidos usando linguagem informal, reflectindo a forma como eram também descritas as arquiteturas. A diversidade de estilos arquiteturais existentes e, conseqüentemente, a diversidade de formas de os descrever revelava-se um problema à sua aplicação e selecção. No sentido de resolver estas questões, Shaw [178] propõe uma classificação para os estilos arquiteturais, baseada nos tipos de componentes e conectores, no tipo de controlo entre os componentes, na forma de comunicação de dados entre os componentes e nas interacções entre dados e controlo.

A estratégia de classificação proposta identifica seis classes de estilos arquiteturais:

- Estilos de fluxo de dados

- Estilos de chamada e retorno
- Estilos de processos de interacção
- Estilos de repositórios de dados
- Estilos de partilha de dados
- Estilos hierárquicos

A classe de estilos de fluxo de dados engloba os estilos em que é dominante o fluxo de dados através do sistema e em que não existe controlo dos conteúdos por parte dos componentes destinatários. São exemplos desta classe de estilos arquitecturais os estilos de processamento sequencial (*batch processing*) e redes de fluxo de dados (*dataflow network*). Os estilos cujo ênfase recai sobre a sequência de computação são classificados como estilos de chamada e retorno, dos quais são exemplo os programas e sub-rotinas e os objectos clássicos³. Os sistemas de eventos e os objectos distribuídos são exemplos de estilos arquitecturais que se centram nos padrões de comunicação entre processos concorrentes que, segundo a estratégia de classificação de Shaw, se enquadram na classe de estilos de processos de interacção. O processamento e manipulação de grandes quantidades de dados centralizados por sistemas independentes representa o principal domínio de aplicação da classe de estilos de repositórios de dados que englobam, entre outros, os estilos de bases de dados transaccionais e área partilhada (*blackboard*). A classe de estilos de partilha de dados agrupa os estilos cujo objectivo primário é a partilha de dados directa entre os componentes. São exemplos desta classe os documentos compostos e o hipertexto. Finalmente, a classe de estilos hierárquicos engloba os estilos que se caracterizam por uma união fraca, resultando na divisão dos sistemas em subsistemas em que a interacção é limitada. Nesta última classe enquadram-se os estilos de sistemas em camadas e interpretador (máquina virtual).

Os estilos genéricos representam um bom ponto de partida no desenho de uma arquitectura de software. No entanto, o seu elevado grau de abstracção implica que, em casos reais, necessitem de ser agrupados e especializados caso a caso para o sucesso da arquitectura de software. Por outro lado, a diversidade de estilos

³Shaw denomina o estilo de objectos clássicos como o estilo usado na programação orientada a objectos clássica, em que não existe concorrência e a interacção entre objectos é efectuada através do envio de mensagens.

arquitecturais enunciados em bibliografia de referência [49, 61, 179, 211] evidencia também a necessidade de agrupar os estilos arquitecturais de forma a que o seu papel no processo de desenvolvimento de arquitecturas de software seja efectivamente útil e não um sub-problema.

Assim, para o caso concreto dos ambientes de interacção social, torna-se necessário avaliar quais os estilos arquitecturais genéricos que podem ser aplicados ao problema central. Como enunciado anteriormente, uma das características basilares dos ambientes de interacção é a comunicação, delegada sobre as redes de computadores. Neste sentido, um dos factores que condiciona a escolha dos estilos arquitecturais genéricos aplicáveis no desenvolvimento de arquitecturas de suporte de ambientes de interacção social é o seu comportamento ou a sua aplicabilidade no desenvolvimento de aplicações de rede.

3.2.2 Estilos arquitecturais para aplicações de rede

A diversidade de estilos arquitecturais existentes requer que seja efectuada uma selecção para um problema específico, restringindo o vasto leque de possibilidades. Com base na relevância das características dos ambientes de interacção social, a primeira das restrições impostas passa por avaliar os estilos genéricos, seleccionando os estilos aplicáveis a aplicações de rede. A selecção dos estilos apresentados baseia-se num estudo efectuado por Fielding [83] em que são classificados os estilos aplicáveis a sistemas capazes de operar em rede. O autor define quatro categorias de estilos arquitecturais para aplicações de rede: estilos de fluxo de dados, estilos de replicação, estilos hierárquicos e estilos par-a-par (*peer-to-peer*).

Estilos de fluxo de dados

A categoria de estilos de fluxo de dados apresentada anteriormente inclui os estilos dominados pelo fluxo de dados entre os componentes. Segundo Fielding, os estilos arquitecturais genéricos desta categoria que se enquadram no desenvolvimento de aplicações de rede são os estilos *pipe & filter*⁴ e *pipe & filter* uniformizado, que deriva

⁴A tradução literal da nomenclatura deste estilo arquitectural é “tubos e filtros”. Para melhor compreensão optou-se por manter a nomenclatura anglo-saxónica original.

do anterior através da aplicação de uma restrição à interface dos seus componentes. O estilo *pipe & filter* (Figura 3.1), também referenciado como rede de fluxo de dados unidireccional, é composto por filtros (*filters*) e interligações (*pipes*), que constituem respectivamente o conjunto de componentes e conectores do estilo arquitectural. Os componentes (filtros) operam obrigatoriamente de forma independente, não partilhando o estado, controlo ou identidade com outros componentes. Neste estilo, cada filtro lê um fluxo de dados na sua entrada e produz um novo fluxo de dados de saída. As transformações aplicadas ao fluxo de entrada permitem normalmente produzir o fluxo de saída antes de o fluxo de entrada ser completamente consumido.

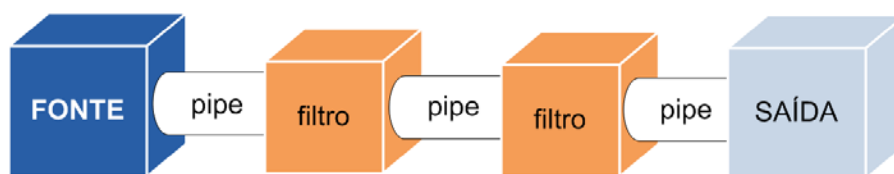


Figura 3.1 – Estilo arquitectural *pipe & filter*

As vantagens deste estilo arquitectural centram-se na simplicidade, reutilização, evolução e suporte para execução concorrente. Por outro lado, as desvantagens incluem o atraso na propagação e a impossibilidade de interacção dos componentes com o ambiente de execução.

O estilo *pipe & filter* normalizado caracteriza-se pela uniformização das entradas e saídas dos componentes, que constituem uma restrição ao estilo arquitectural original. Esta restrição aumenta a possibilidade de reutilização dos componentes, uma vez que as suas entradas e saídas são standard. No entanto a uniformização da interface dos componentes pode, em certas situações, limitar o desempenho do sistema.

Estilos de replicação

Os estilos arquitecturais denominados por repositório replicado e *cache* enquadram-se na categoria dos estilos de replicação, nos quais a ênfase recai sobre a replicação de dados e serviços.

O estilo repositório replicado garante a acessibilidade e capacidade de expansão de serviços e acesso a dados. Do ponto de vista do utilizador, os sistemas baseados

neste estilo arquitectural são sistemas centralizados, facto que não se reflecte na arquitectura do sistema, uma vez que tal é conseguido recorrendo a uma camada lógica que transparentemente recorre a múltiplos processos que fornecem o mesmo serviço. As principais vantagens desta abordagem residem na redução da latência e tolerância a falhas, uma vez que o estilo arquitectural define o recurso a múltiplas instâncias do mesmo serviço. Porém, a gestão da consistência do sistema constitui umas das principais preocupações na implementação de sistemas usando este estilo arquitectural.

O estilo arquitectural *cache* é uma variante do repositório replicado, em que o resultado de um pedido é replicado de forma a ser usado em pedidos futuros. Neste estilo o componente repositório é alterado para um componente *cache*, que restringe os pedidos efectuados anteriormente.

Estilos hierárquicos

À semelhança do que acontece nos estilos genéricos, a categoria de estilos hierárquicos engloba os estilos que se caracterizam por uma união fraca, incluindo, entre outros, os estilos arquitecturais cliente-servidor, sistema em camadas, sessão remota e acesso remoto a dados.

O estilo arquitectural cliente-servidor é dos mais frequentes em aplicações de rede, baseando-se na separação de assuntos (*separation of concerns*⁵ na nomenclatura anglo-saxónica). É composto tipicamente por dois componentes: o servidor, que fornece um conjunto de serviços; e o cliente, que necessitando de um serviço fornecido por um servidor, envia um pedido de fornecimento de serviço através de um conector, o qual pode ser aceite ou rejeitado pelo servidor. A separação das funcionalidades garante uma maior flexibilidade ao sistema, bem como incrementa a sua capacidade de expansão. Na Figura 3.2 é apresentado esquematicamente este estilo arquitectural (a) e dois exemplos de aplicação (b,c).

O estilo arquitectural dos sistemas em camadas, segundo Garlan e Shaw [90], é

⁵A separação de assuntos é um dos princípios básicos de engenharia de software que passa pela identificação das diferentes preocupações de um sistema e o seu encapsulamento em módulos. Uma das primeiras referências a este princípio é atribuída a Dijkstra, no artigo *On the role of scientific thought* publicado em 1982 [70].

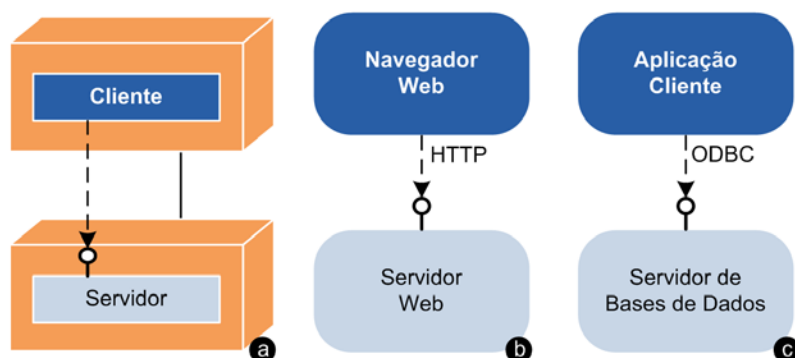


Figura 3.2 – Estilo arquitetural cliente-servidor – (a) representação esquemática e exemplos de aplicação: (b) HTTP e (c) ODBC

organizado hierarquicamente, em que cada nível fornece serviços à camada superior e usa serviços da camada inferior (Figura 3.3). As principais vantagens deste estilo arquitetural residem na sua capacidade de reutilização e evolução. A principal desvantagem reside na latência introduzida pelas camadas que pode reduzir o desempenho global do sistema. Este estilo arquitetural é muitas vezes usado em aplicações de rede em conjunto com o estilo cliente-servidor, sendo a sua utilização atômica menos utilizada neste tipo de aplicações.

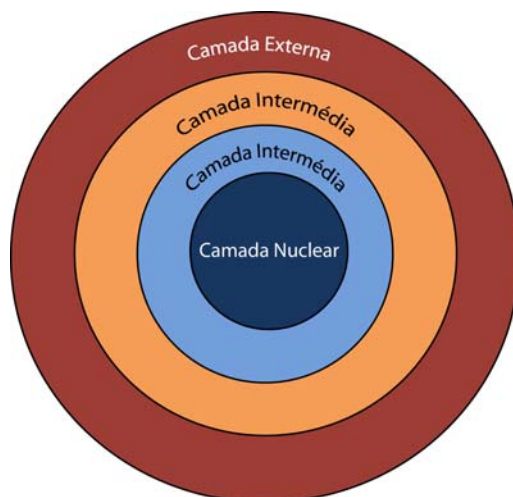


Figura 3.3 – Estilo arquitetural dos sistemas em camadas

O estilo cliente-servidor por camadas adiciona os componentes procurador e porta

de acesso (respectivamente *proxy* e *gateway* na nomenclatura anglo-saxónica) ao estilo arquitectural cliente-servidor. Com a introdução destes componentes torna-se possível a mediação da comunicação entre as camadas, sendo garantidas as transformações necessárias à interoperabilidade entre estas. Arquitecturas baseadas neste estilo arquitectural são normalmente referenciadas como implementando um modelo de duas camadas, três camadas ou multi-camadas, mediante o número de camadas do sistema.

Outra derivação do estilo cliente-servidor, o estilo cliente-servidor sem estado, restringe o componente servidor impossibilitando-o de manter um estado. Neste sentido, o componente cliente mantém o estado do sistema, sendo necessário incluir em cada pedido efectuado ao componente servidor toda a informação necessária para a sua compreensão. Dada a inexistência de estado no componente servidor, este estilo arquitectural apresenta vantagens ao nível da escalabilidade do sistema e tolerância a falhas. Por outro lado, a principal desvantagem deste estilo centra-se na performance das comunicações entre os componentes, dado que é necessário associar a informação contextual a cada pedido efectuado entre cliente e servidor.

Fielding [83] enumera outras derivações que combinam o estilo cliente-servidor com os estilos sistemas em camadas e *cache*, nomeadamente os estilos sessão remota, acesso a dados remotos, cliente-servidor com *cache* sem estado e o estilo cliente-servidor em camadas com *cache* sem estado⁶.

Estilos par-a-par (*peer-to-peer*)

Os estilos arquitecturais incluídos na classe de estilos par-a-par caracterizam-se pelo facto dos seus componentes serem elementos de processamento independente tendo uma dupla funcionalidade, da qual deriva o seu nome (par ou *peer* na nomenclatura anglo-saxónica): por um lado os componentes comportam-se como clientes, consumidores de serviços; por outro, o seu comportamento é inverso, ou seja, actuam como servidores, fornecendo aos outros componentes serviços ou conexões de dados. Esta classe de estilos arquitecturais engloba os estilos de integração baseada em

⁶Um exemplo da utilização deste estilo arquitectural é o protocolo HTTP [198] que serve de base à *World Wide Web*

eventos (*Event-based Integration* - EBI - na terminologia anglo-saxónica) e objectos distribuídos.

O estilo arquitectural de integração baseada em eventos conta com três componentes: editor, subscritor e distribuidor. Neste estilo, também referenciado como invocação implícita, a união entre os componentes é fraca, dado que não existe invocação directa entre eles. O editor anuncia um ou mais eventos que podem ser subscritos pelos subscritores, os quais são posteriormente distribuídos pelo distribuidor. Com base neste modelo, este estilo arquitectural apresenta uma grande capacidade de evolução e reutilização dos componentes. A principal desvantagem deste estilo arquitectural reside no facto dos componentes manterem o controlo sobre a computação realizada do sistema.

O estilo arquitectural de objectos distribuídos tem como base o conceito de objecto⁷ como sendo uma entidade que encapsula dados privados e um conjunto de procedimentos para manipular esses dados, bem como os processos de controlo associados. Este estilo arquitectural organiza um sistema com um conjunto de objectos (componentes) que interagem como pares. A principal vantagem deste estilo arquitectural é a capacidade de reutilização e evolução dos sistemas nele baseados, assegurada pelo encapsulamento dos objectos, que garantem a privacidade dos seus dados e uma interface bem definida.

3.2.3 Estilos arquitecturais para arquitecturas distribuídas

No refinamento e avaliação dos estilos arquitecturais aplicáveis aos ambientes de interacção social outra das características a ter em conta é a escalabilidade do sistema, potenciando o seu crescimento e suporte de múltiplos utilizadores. Do ponto de vista dos utilizadores, os ambientes de interacção são sistemas centralizados, aos quais os utilizadores acedem de uma forma transparente. Este comportamento não se reflecte na maioria das vezes na arquitectura do sistema, existindo uma distribuição dos componentes por diversos servidores, facto que é imperceptível aos utilizadores. Desta forma, os ambientes de interacção são, além de aplicações de rede, aplicações

⁷O conceito de objecto associado a este estilo arquitectural é equivalente ao conceito definido pela programação orientada a objectos [32, 135]

distribuídas, o que se reflecte numa restrição aos estilos arquitecturais aplicáveis no desenho das suas arquitecturas.

Os estilos arquitecturais mais comuns em arquitecturas distribuídas são os, anteriormente referenciados, estilos cliente-servidor e sistemas em camadas, complementados pelo estilo das arquitecturas orientadas ao serviço. Poggi e outros [158] identificam também os estilos: objectos distribuídos, agentes móveis e sistemas multi-agente, como estilos arquitecturais aplicáveis a arquitecturas distribuídas.

O estilo arquitectural das arquitecturas orientadas aos serviços é um estilo emergente caracterizado pelo baixo nível de dependência, alocação dinâmica e encapsulamento [104]. Este estilo arquitectural será abordado de uma forma mais detalhada posteriormente neste capítulo dada a sua relevância, capacidade de adaptação e reconfiguração dinâmica.

O estilo arquitectural objectos distribuídos, foi já referenciado como um estilo arquitectural aplicável a aplicações de rede. Os componentes deste estilo arquitectural são objectos, também referenciados como gestores (*managers* na nomenclatura anglo-saxónica). A principal característica deste estilo arquitectural reside no encapsulamento dos dados nos objectos que somente podem ser manipulados através das interfaces disponibilizadas pelos objectos. Segundo Poggi e outros [158] o estilo arquitectural dos objectos distribuídos pode também ser descrito como um estilo de sistemas distribuídos em que objectos são utilizados como componentes e invocações de métodos remotos como conectores, sendo os dados e o controlo coordenados por um desenho por contrato (*design by contract* na nomenclatura anglo-saxónica).

Outro dos estilos enunciados para arquitecturas distribuídas é o estilo de agentes móveis, caracterizado pelos componentes agentes móveis ou objectos móveis e locais ou ambientes de processamento. Os primeiros são entidades activas que contêm código e estado que pode ser transferido por uma rede de computadores. Os segundos fornecem aos primeiros um ambiente de execução. As interligações neste estilo arquitectural são realizadas entre os agentes ou entre os agentes e o ambiente de processamento. O conector básico interliga um agente a um ambiente de processamento, podendo esta ligação ser dinâmica caso o agente pretenda mudar de ambiente de processamento. A interligação entre agentes é efectuada por um

conector de comunicação. Os agentes destacam-se pela sua autonomia, o que lhes permite iniciar interacções sem a necessidade de estímulos externos. Este comportamento é realçado neste estilo arquitectural, sendo possível a estes componentes iniciar conversações ou mudanças de ambiente autonomamente.

Os sistemas multi-agente são um estilo arquitectural que é caracterizado por possuir na maioria dos casos um único tipo de componente e um único conector: os agentes e a comunicação, respectivamente. Em algumas variantes deste estilo arquitectural o ambiente constitui também um componente do estilo.

3.2.4 Estilos arquitecturais para sistemas interactivos

Na área de científica da interacção humano-computador foram realizados vários estudos que visaram modelar e estruturar o desenvolvimento das interfaces humano-computador. Como resultado destes estudos foram propostos vários estilos arquitecturais para sistemas interactivos mono-utilizador, permitindo caracterizar as arquitecturas destes sistemas. O desenvolvimento dos sistemas multi-utilizador originou uma reavaliação dos estilos arquitecturais desenvolvidos e, alguns destes estilos, foram alargados com o intuito de avaliar a sua aplicação a arquitecturas de suporte à interacção entre múltiplos utilizadores. Estes sistemas apresentam características de interacção específicas que se reflectem num conjunto de requisitos próprios, nomeadamente a coordenação de processos partilhados e a gestão de concorrência. Neste âmbito, a análise dos estilos arquitecturais para sistemas interactivos revela particular interesse no contexto da avaliação de estilos arquitecturais aplicáveis ao desenvolvimento de ambientes de interacção social, em particular os estilos aplicáveis a sistemas multi-utilizador.

Os estilos arquitecturais para sistemas interactivos centram-se no arranjo dos componentes e conectores de forma a otimizar a interacção humano-computador e humano-computador-humano. Phillips [155] identifica oito estilos arquitecturais para sistemas interactivos: *Model-View-Controller* (MVC), *Presentation-Abstraction-Control* (PAC), *Abstraction-Link-View* (ALV), *Clock, Suite, Chiron-2* (C2), *Group-Kit* e *Java Shared Data Toolkit*.

Os estilos arquitecturais MVC, PAC, ALV e *Clock, Suite* baseiam-se na separação

dos conceitos de apresentação, processamento e dados.

O estilo arquitectural MVC [119] foi originalmente desenvolvido com base em aplicações mono-utilizador, reflectindo este facto nos seus requisitos. No entanto, o estilo MVC partilhado, derivado do MVC introduz algumas alterações que visam a sua aplicação em ambientes multi-utilizador. A estrutura do estilo MVC consiste num modelo, que representa os dados da aplicação, um controlador que interpreta os dados de entrada dos utilizadores, e uma vista que apresenta a saída da aplicação. Ao nível das comunicações, no MVC são realizadas chamadas directas entre o controlador e a vista bem como entre estes componentes e o modelo. Por seu lado, o componente “modelo” utiliza mecanismos de eventos para comunicar com os restantes componentes. Na Figura 3.4 são apresentados esquematicamente os estilos arquitecturais MVC e MVC partilhado.

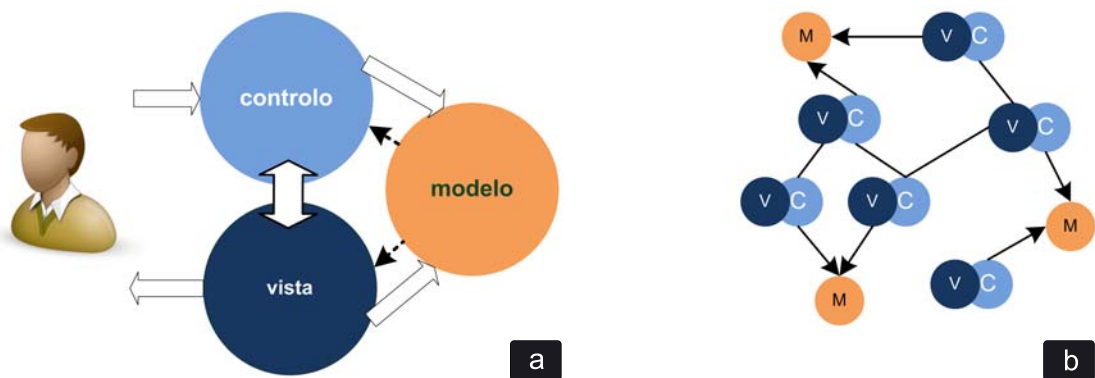


Figura 3.4 – Estilo arquitectural *Model-View-Controller* (MVC) (a) MVC (b) MVC Partilhado

O estilo arquitectural PAC [63] decompõe o sistema numa hierarquia de agentes, sendo cada um composto por três unidades funcionais: apresentação, abstracção e controlo. A apresentação representa a interface do agente com o utilizador, a abstracção é responsável pela gestão dos dados do agente, e unidade de controlo actua como mediadora nas comunicações entre as unidades de apresentação e de abstracção. Esta estrutura é similar à apresentada pelo estilo MVC, havendo uma equivalência de funções entre a unidade de abstracção do PAC e o modelo no MVC, e a unidade de apresentação e a vista. Na Figura 3.5 é representado um agente

PAC (a) e um exemplo de uma hierarquia de agentes (b), a estrutura típica de uma aplicação baseada neste estilo arquitectural.

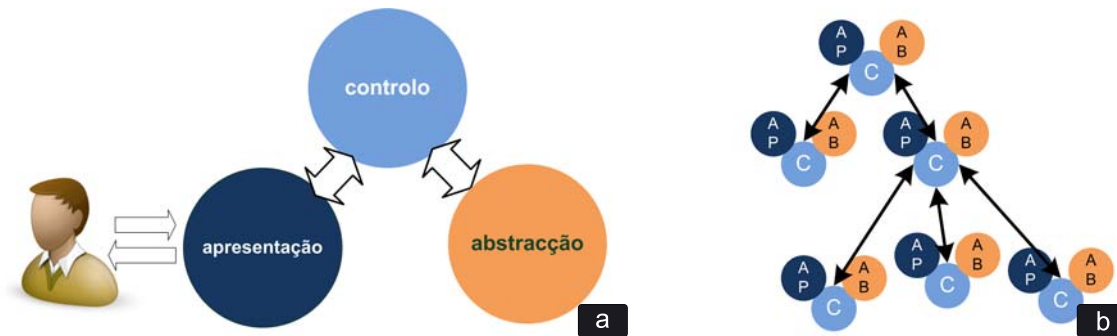


Figura 3.5 – Estilo arquitectural *Presentation-Abstraction-Control* (PAC) (a) Agente PAC (b) Hierarquia PAC

O estilo arquitectural ALV é semelhante ao MVC, combinando a vista e o controlador num único componente, separando hierarquicamente os modelos e definindo um mecanismo que interliga ambos.

Outro estilo arquitectural similar ao MVC é o *Clock* (Figura 3.6 (a)) em que o componente modelo é composto por um ou mais tipos abstractos de dados cujas interfaces incluem métodos de acesso e alteração das estruturas de dados. Por sua vez, o componente controlador inclui um conjunto de operações despoletadas por entradas dos utilizadores que poderão resultar em pedidos de manipulação ou alteração do modelo. Relativamente ao componente vista, compreende um conjunto de operações desencadeadas por alterações no modelo que processam os resultados da aplicação [94].

O estilo arquitectural MVC partilhado está também na base do estilo arquitectural *Suite*, centrando-se a sua criação em torno da geração automática das interfaces com o utilizador. Este estilo consiste numa aplicação partilhada que mantém e manipula um estado semântico e gestores de diálogo partilhados que disponibilizam a cada utilizador interfaces para manipular as estruturas de dados do sistema (Figura 3.6 (b)) [67].

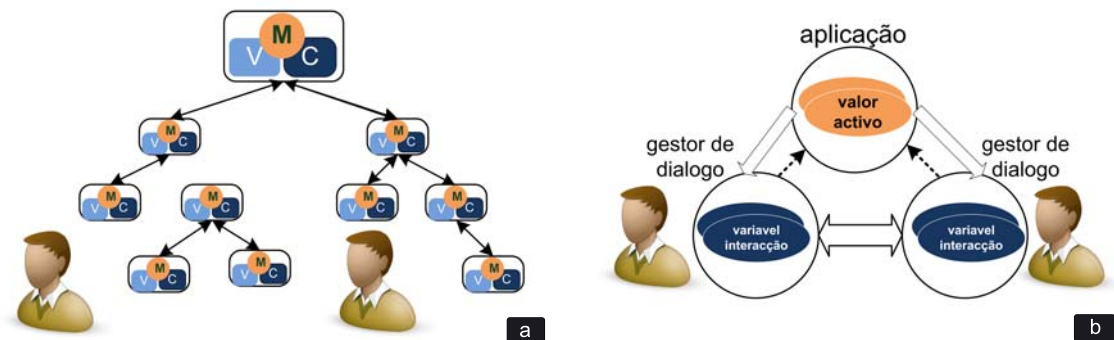


Figura 3.6 – Estilos arquiteturais (a) *Clock* e (b) *Suite*

O estilo arquitetural *Chiron-2* (C2) é um estilo híbrido composto os estilos cliente-servidor por camadas e sistema baseado em eventos, orientado para suportar a reutilização e composição flexível de componentes do sistema [192]. Este estilo arquitetural é composto por componentes e conectores com propriedades específicas. Os componentes podem ter um estado interno e uma linha de controlo própria, comunicando através de conectores que são elementos activos responsáveis pelo encaminhamento, distribuição e filtragem de mensagens assíncronas entre os componentes. Componentes e conectores possuem uma interface de topo e de fundo. É através destas interfaces que são interligados os componentes e conectores, com a restrição de uma interface de topo só poder ser interligada a uma interface de fundo, sendo possíveis conexões conector-componente e conector-conector.

Os estilos arquiteturais *GroupKit* e *Java Shared Data Toolkit* referenciados por Phillips [155] estão directamente ligados às ferramentas tecnológicas das quais derivam. Estes estilos arquiteturais são baseados no estilo MVC, sendo a sua especificidade tecnológica restritiva da sua aplicação.

3.3 Arquitecturas distribuídas

As arquitecturas multi-utilizador, nomeadamente as arquitecturas de suporte a ambientes de interacção social são, na sua maioria, arquitecturas distribuídas. O conceito de arquitectura distribuída surgiu durante a década de 80 e deve-se, segundo alguns autores [50, 84], à evolução ao nível das redes de computadores e aos avanços

no hardware de processamento. Estes factores potenciaram a criação de redes de computadores, constituídas por nodos de computação autónomos que, quando equipados com sistemas de software distribuído, contribuem para a execução de uma tarefa comum. Os sistemas de software distribuído permitem a coordenação de actividades e a gestão de recursos partilhados num ambiente distribuído ao nível do hardware, processamento e dados.

A distribuição física de utilizadores, característica das arquitecturas multi-utilizador, reflecte-se consequentemente numa distribuição de recursos que caracteriza estes sistemas. No entanto, a percepção da distribuição de recursos é transparente para os utilizadores. De facto, as arquitecturas distribuídas apresentam ao nível lógico um comportamento similar a um sistema centralizado, abstraindo a localização dos vários nodos de computação dos seus utilizadores, ou seja, são transparentes na utilização. A transparência é simultaneamente uma característica e um requisito das arquitecturas distribuídas, reflectindo-se não só ao nível da localização dos recursos, mas também ao nível do acesso, migração, concorrência, replicação e sincronização das actividades distribuídas.

A partilha de informação é outra característica que evidencia a intrínseca relação entre as arquitecturas distribuídas e as arquitecturas de suporte a ambientes de interacção social. Como anteriormente enunciado, os sistemas distribuídos permitem a gestão de recursos partilhados, nomeadamente de dados partilhados, facto ao qual não são alheias as arquitecturas multi-utilizador. Neste tipo de ambientes existe a necessidade de partilhar informação entre os utilizadores a desempenharem uma tarefa ou actividade comum, pelo que existe a necessidade inerente de um modelo de dados partilhado que permita a comunicação de informação e a sua interpretação entre ambas as partes. A existência de um modelo de informação partilhado é um dos requisitos essenciais ao funcionamento de um sistema distribuído. [48]

As principais vantagens das arquitecturas distribuídas residem na sua flexibilidade, crescimento progressivo, fiabilidade, disponibilidade e desempenho. A distribuição do processamento por diversos nodos computacionais permite um crescimento progressivo do sistema, sendo facilmente acrescentados novos nodos computacionais. Paralelamente, a possibilidade de replicação de nodos computacionais garante uma

maior fiabilidade, disponibilidade e desempenho do sistema.

No que respeita a desvantagens, um dos principais problemas das arquitecturas distribuídas deve-se à dependência dos nodos computacionais, influenciando a fiabilidade e disponibilidade dos sistemas. Em situações extremas de dependência, a falha de um dos nodos computacionais conduz à falha de todo o sistema distribuído. Outro dos pontos críticos dos sistemas distribuídos reside na sua segurança. Em sistemas centralizados, os requisitos de segurança resumem-se a proteger um único componente, ao passo que em sistemas distribuídos, este problema alarga-se proporcionalmente à sua granularidade, isto é, ao número de nodos que o constituem, problema que é agravado se tivermos em consideração a possibilidade de crescimento progressivo do sistema. A heterogeneidade dos sistemas distribuídos e a gestão de versões do sistema introduz problemas de interoperabilidade e comunicação entre os diversos nodos, constituindo também um problema neste tipo de abordagem.

3.3.1 Classificação de arquitecturas distribuídas

As vantagens das arquitecturas distribuídas são inúmeras, factor que contribuiu para a sua rápida proliferação. A sua aplicação estende-se a diversas áreas, o que se reflecte na forma como são classificadas.

Genericamente, os sistemas distribuídos podem ser classificados mediante o seu grau de distribuição em centralizados, semi-distribuídos e distribuídos [66]. A definição do grau de distribuição está directamente relacionada com as dependências entre os componentes da arquitectura e consequentemente com a independência computacional. A este nível o processamento pode ser classificado como sequencial, semi-concorrente ou concorrente, mediante a independência de execução de processos paralelos. Por consequência, um sistema distribuído é classificado mediante o grau de concorrência, ou seja, em sistemas centralizados o processamento é sequencial; em sistemas semi-distribuídos o processamento é semi-concorrente; e em sistemas distribuídos o processamento é concorrente

Complementarmente, os sistemas distribuídos podem também ser avaliados relativamente ao seu grau de replicação dos seus nodos. Neste sentido, um sistema diz-se replicado quando em cada nodo existe uma cópia de todo o processamento e dados

do sistema. No caso em que a gestão de consistência do sistema é alocada num processo central, o sistema é designado de sistema centralmente coordenado. Por outro lado, um sistema diz-se semi-replicado quando existem cópias parciais dos dados e do processamento em cada nodo, sendo os restantes processos centralizados, ou transparentemente centralizados.

Numa perspectiva orientada à comunicação, as arquitecturas distribuídas são classificadas em sistemas de pedido-resposta e sistemas de troca de mensagens.

Os sistemas de pedido resposta são normalmente síncronos, recaindo o foco sobre a forma como as operações são invocadas, os valores de entrada e saída e a relação entre os pedidos e respostas. Este tipo de sistemas abstraem pormenores de baixo nível, nomeadamente a forma como é efectuada a codificação dos valores de forma a serem enviados entre os nodos. Neste tipo de sistemas são usualmente usados os estilos arquitecturais orientados aos objectos, recursos e serviços.

Os sistemas de trocas de mensagens caracterizam-se por utilizarem normalmente comunicação assíncrona, centrando-se na forma como as mensagens são transmitidas. O estilo arquitectural que é aplicado habitualmente neste tipo de sistemas é o estilo de arquitecturas orientadas ao serviço.

As arquitecturas distribuídas podem também ser classificadas segundo os estilos arquitecturais que implementam. Como apresentado anteriormente, os estilos arquitecturais mais comuns em arquitecturas distribuídas são os estilos cliente servidor, sistemas em camadas (na sua forma original ou constituindo um estilo híbrido combinado com o estilo cliente servidor), objectos distribuídos e arquitecturas orientadas ao serviço. Sobre este último tem recaído grande interesse, em particular na implementação de sistemas distribuídos orientados para a Web, integração de aplicações empresariais e desenvolvimento de ambientes de interacção.

3.4 Arquitecturas orientadas ao serviço

As arquitecturas orientadas ao serviço são um estilo arquitectural centrado no encapsulamento da lógica aplicacional em serviços que interagem através de um protocolo

de comunicação comum. Os serviços são componentes autónomos que possuem o seu próprio domínio determinando o seu espectro de aplicação, ou seja, o domínio de um serviço condiciona a sua aplicabilidade numa arquitectura de domínio específico. Os serviços possuem uma interface padronizada permitindo a comunicação com outros serviços através de protocolos de comunicação comuns. Desta forma, neste estilo arquitectural, os componentes constituem unidades funcionais isoladas compostas através de um ambiente de comunicação que determina o fluxo da comunicação e consequentemente impõe as restrições necessárias para o funcionamento da arquitectura.

Neste estilo arquitectural distinguem-se três tipos de perfis, que podem ser desempenhados em simultâneo por um componente:

- Consumidor de serviço: é um perfil aplicacional que permite aceder a serviços disponibilizados pelos fornecedores de serviço. O comportamento deste perfil é definido pelo modo de comunicação entre os componentes, que contempla a pesquisa de um serviço, a ligação ao fornecedor de serviço e a sua invocação. A comunicação é efectuada segundo um contrato de serviço especificado pelo ambiente (arquitectura);
- Fornecedor de serviço: é o perfil sobre o qual recai a responsabilidade de fornecer um serviço acessível a partir da rede. A função deste perfil passa pela recepção e aceitação de pedidos dos consumidores de serviço e consequente geração da respectiva resposta. Sobre este perfil recai também a função de publicação da interface do serviço perante o registo de serviços, permitindo a sua descoberta por parte dos potenciais consumidores de serviço.
- Registo de serviços: perfil com a função de disponibilizar um serviço de pesquisa e descoberta de serviços, mantendo um repositório de serviços disponíveis, criado com base na informação fornecida pelos fornecedores de serviço.

Adicionalmente existe um perfil especial, o intermediário de serviços, que tem como função actuar como mediador entre o consumidor de serviços e o fornecedor de serviços, abstraindo o consumidor de serviços de pormenores relativos ao fornecedor de serviço, nomeadamente a localização e contrato específico do serviço. Na Figura 3.7 são apresentados os perfis de uma arquitectura orientada aos serviços, bem como

as suas interacções.

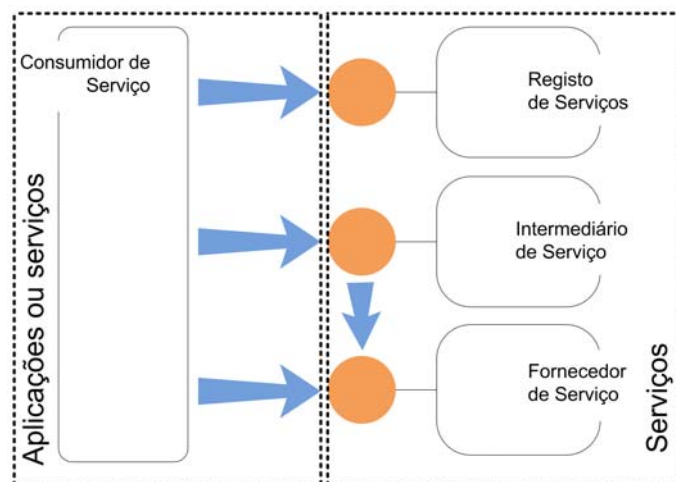


Figura 3.7 – Arquitectura orientada aos serviços – perfis

A interacção entre os componentes é realizada com base no paradigma “procura, ligação, invocação” [77], ou seja, o consumidor de serviço efectua uma pesquisa dinâmica do serviço e da sua localização, inquirindo o registo de serviços, seguido de uma ligação ao fornecedor de serviço e concluindo com a sua invocação.

Neste contexto, este estilo arquitectural define um conjunto de operações que devem ser implementadas pelos componentes mediante os perfis que desempenham na arquitectura. São definidas as operações de publicação, procura, ligação, serviço e descrição de serviço. A operação de publicação tem como objectivo tornar público e acessível a descrição do serviço, permitindo a sua descoberta e invocação por parte dos consumidores de serviço. A pesquisa de um serviço é uma operação executada pelos consumidores de serviço e envolve também o componente que desempenha o perfil de registo de serviços, responsável por fornecer a informação sobre o serviço que perfaz os critérios definidos na pesquisa. A ligação e conexão são operações que envolvem os consumidores e o fornecedor de serviços, que se traduzem, respectivamente em funções de preparação e de execução do serviço.

As arquitecturas orientadas ao serviço caracterizam-se ainda pela modularidade, interoperabilidade e transparência. No que respeita a modularidade este estilo arquitectural permite uma grande flexibilidade na combinação de componentes, dada

a autonomia dos seus componentes. A existência de contratos de serviço bem definidos e de uma plataforma de comunicação comum entre eles permite uma fácil interoperabilidade quer entre os componentes da arquitectura quer com o ambiente envolvente, constituindo, por consequência, um modelo de eleição para a integração de sistemas. Por outro lado, a existência de um registo de serviços proporciona um nível de transparência de localização, abstraindo os consumidores de serviços da sua real localização, garantindo desta forma uma das características principais das arquitecturas distribuídas.

Recentemente, e seguindo o crescimento exponencial da *World Wide Web*, emergiu uma implementação específica deste estilo arquitectural, orientado à Web: os *Web Services*.

3.4.1 *Web Services*

A *World Wide Web* baseia-se num conjunto de protocolos de comunicação e representação de dados standardizados permitindo a troca de informação numa rede heterogénea: a Internet. As aplicações Web tradicionais permitem o acesso universal às suas funcionalidades a partir de um navegador Web com a capacidade para interpretar o protocolo de comunicação (HTTP) e o formato de representação de dados (HTML). No entanto, esta abordagem é limitada, impossibilitando o acesso programático às aplicações Web, e consequentemente restringindo a integração das aplicações.

Os *Web Services* são um paradigma emergente no desenvolvimento de aplicações Web distribuídas que “transforma” as tradicionais aplicações Web, ou qualquer outro tipo de aplicações, em serviços, encapsulando as funcionalidade em unidades autónomas acessíveis a partir da Web com base numa interface de serviço definida segundo standards. Os *Web Services* inserem-se nas tecnologias para sistemas distribuídos permitindo uma nova abertura e acesso global. Ao contrário dos sistemas distribuídos tradicionais, em que a comunicação é efectuada segundo protocolos proprietários, nos *Web Services* são utilizados protocolos standard, permitindo o que alguns autores apelidam de interoperabilidade obíqua[56], ou seja, a interoperabilidade à escala da Internet e não limitada a um grupo ou organização.

A extrema flexibilidade e interoperabilidade proporcionada pelos *Web Services* é conferida pelos protocolos e linguagens de representação de dados sobre as quais operam os *Web Services*. A *eXtensible Markup Language* (XML) [196], mais propriamente, o conjunto de tecnologias associadas à linguagem XML, estabelecem bloco fundamental na arquitectura dos *Web Services*, que são também referidos na bibliografia como *XML Web Services* [79]. A XML é um formato standard, considerado como o formato universal para documentos e dados estruturados na Web [196]. No contexto dos *Web Services*, a XML assume a qualidade de “língua franca”, através da qual são representados os dados na arquitectura, nomeadamente ao nível do protocolo de comunicação e definição do contrato de serviço.

A comunicação na arquitectura dos *Web Services* é assegurada pelo *Simple Object Access Protocol* (SOAP), que estabelece um mecanismo de troca de informação entre aplicações num ambiente distribuído, suportando o envio de documentos ou a invocação de procedimentos remotos. A especificação SOAP não define uma implementação específica, nem um modelo de programação, fornecendo um mecanismo para exprimir a semântica aplicacional que pode ser entendido pelas aplicações independentemente da sua implementação. Normalmente, é utilizado em conjunto com o protocolo HTTP (SOAP/HTTP) permitindo optimizar questões de segurança, nomeadamente a travessia de *firewalls*⁸, bem como, um mecanismo suficientemente simples e leve que pode ser utilizado em dispositivos com recursos limitados como é o caso de telefones móveis ou assistentes pessoais digitais (*Personal Digital Assistants* – PDAs, na nomenclatura anglo-saxónica).

A definição dos contratos de serviço é especificada na linguagem de descrição de *Web Services* (WSDL – *Web Services Description Language* na terminologia anglo-saxónica), equivalente à linguagem de descrição das interfaces (IDL – *Interface Definition Language* na terminologia anglo-saxónica) usada noutras arquitecturas distribuídas, nomeadamente CORBA⁹ e DCOM¹⁰. Genericamente, a WSDL é usada

⁸Uma *firewall* é um dispositivo de hardware ou software que, mediante níveis de confiança, é configurado para permitir ou negar o acesso a uma rede de computadores

⁹A arquitectura CORBA – *Common Object Request Broker Architecture*, é uma arquitectura distribuída definida pelo consórcio *Object Management Group* (OMG) com o intuito de permitir a comunicação transparente entre objectos de diferentes plataformas.

¹⁰A arquitectura DCOM – *Distributed Component Object Model*, é uma arquitectura distribuída,

para descrever as interfaces dos *Web Services*, definindo quais as operações disponíveis, incluindo a especificação dos seus parâmetros e o tipo de mensagens suportado. Privilegiando a autonomia e reutilização dos serviços, a WDSL consiste em duas partes lógicas: uma parte abstracta, em que são definidas as operações e toda a informação lógica associada; e uma parte concreta, na qual é definida a forma como são disponibilizados os serviços, nomeadamente, a sua localização na rede e os protocolos de acesso. Esta divisão lógica permite uma fácil portabilidade do serviço, sendo para tal necessário redefinir a parte concreta do contrato do serviço.

As interacções nos *Web Services* são efectuadas com base em trocas de mensagens que seguem normalmente o padrão pedido-resposta, podendo no entanto seguir outros padrões como é o caso da publicação-subscrição e dos eventos (um para um e um para muitos). Assumindo a qualidade de uma arquitectura orientada aos serviços, os *Web Services* implementam os fluxos de interacção definidos genericamente pelo estilo arquitectural. Desde modo, e com base nos perfis genéricos de consumidor de serviço, fornecedor de serviço e registo de serviço, a arquitectura dos *Web Services* define as interacções apresentadas na Figura 3.8.

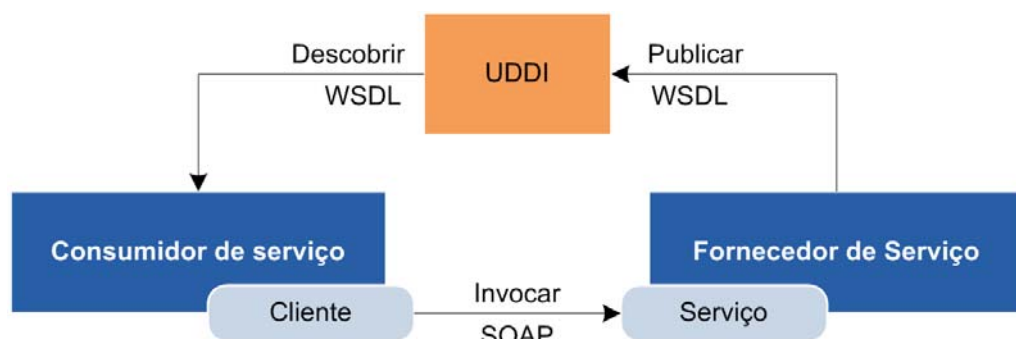


Figura 3.8 – Interacções na arquitectura dos *Web Services*

Nos *Web Services* o perfil registo está associado a um componente específico e de particular importância na arquitectura: o *Universal Description, Discovery and Integration* (UDDI). O UDDI desempenha paralelamente as funções de registo de serviços e fornecedor de serviço. Enquanto registo de serviço este componente gere uma proprietária da Microsoft, que permite a comunicação entre objectos COM (*Component Object Model*).

directoria de serviços contendo informações sobre o nome dos serviços, operações disponibilizadas e pontos de acesso, ou seja, o WSDL dos serviços. A funcionalidade do registo de serviço é exposta como um serviço, tornando o componente um fornecedor de serviços, que oferece aos clientes de serviços operações de procura e manutenção do directório. O funcionamento deste serviço assemelha-se às “páginas amarelas” dos serviços, no qual os fornecedores registam os seus serviços e os clientes procuram serviços que satisfaçam os seus requisitos. Neste contexto, e usufruindo das características de interoperabilidade dos *Web Services*, este serviço pode ser integrado em diversas aplicações.

Sumariamente, os *Web Services* são uma tecnologia emergente apresentando-se como uma alternativa às tradicionais tecnologias para sistemas distribuídos tendo como principais vantagens a interoperabilidade, usabilidade, reutilização e fácil integração. A arquitectura dos *Web Services* destaca-se na sua capacidade de interoperabilidade em ambientes heterogéneos, permitindo uma fácil integração de sistemas, nomeadamente sistemas legados, dado que se baseia em protocolos abertos e padronizados. A optimização dos processos de desenvolvimento é garantida pela possibilidade de composição de serviços, bem como o seu elevado grau de reutilização, dado que os serviços encapsulam toda a lógica aplicacional fornecendo uma interface de serviço que pode ser facilmente acedida através de protocolos standard, em particular a partir da Web.

Os *Web Services* apresentam também algumas desvantagens. Uma das principais desvantagens reside na juventude da tecnologia e a sua disseminação. Os *Web Services* ainda não demonstram maturidade para a aplicação em sistemas de grande escala, nomeadamente aplicações em que a fiabilidade, disponibilidade e escalabilidade são imperativos, dadas as tecnologias de base nomeadamente o protocolo HTTP não dispor actualmente de mecanismos que garantam a fiabilidade de entrega de mensagens necessária para este tipo de sistemas. Por outro lado, a utilização do protocolo HTTP implica também esforço reforçado no que respeita as questões de segurança do sistema. Por último, o grau de interoperabilidade das implementações actualmente existentes ainda não é o inicialmente previsto, existindo algumas limitações ao nível das linguagens de programação e tipos de dados suportados.

Alguns destes problemas são resolvidos com a chamada segunda geração de *Web Services* (WS-*) [79]. De entre as especificações incluídas na segunda geração de *Web Services*, merecem particular destaque, a *Web Services Interoperability* (WS-I) e a *Business Process Execution Language for Web Services* (BPELWS). A primeira define protocolos de interoperabilidade que pretendem resolver os problemas de interoperabilidade existentes na primeira geração de *Web Services*. A segunda fornece uma especificação para a composição de serviços e recursos legados em sequências coordenadas permitindo o desenho de automações de negócio equivalentes às tradicionais ferramentas aplicacionais empresariais.

3.5 Sistemas de *Workflow*

Os ambientes de interacção social são caracterizados por um objectivo partilhado pelos seus utilizadores, sob a égide do qual decorre a interacção no ambiente. Assim, existe necessidade de coordenar as actividades de interacção de forma a que esse objectivo seja atingido. Um caso particular de ambientes de interacção social onde a importância do objectivo partilhado do espaço é crucial para o seu sucesso é nos ambientes cujo domínio é o trabalho em equipa. Nestes casos, os ambientes de interacção social são encarados como um meio tecnológico de suporte ao trabalho em equipa, recaindo a ênfase do ambiente na execução das tarefas que contribuam para atingir o objectivo para o qual o ambiente foi criado. Um dos aspectos fundamentais no desenvolvimento deste tipo de ambientes recai na coordenação das tarefas, pelo que são necessários mecanismos específicos para o efeito.

Os sistemas de *workflow* são sistemas desenhados para assistir grupos de pessoas em processos de trabalho, contendo informação organizacional, nomeadamente o normal fluxo de trabalho. Um sistema de *workflow* é definido com um sistema que auxilia as organizações a especificar, executar, monitorizar e coordenar o fluxo de trabalho em ambientes de escritório distribuídos [76]. Estes sistemas são normalmente constituídos por dois componentes:

- Módulo de especificação – permite aos administradores e analistas definir,

analisar e simular os processos e actividades, bem como efectuar a sua distribuição pelas pessoas. Este módulo permite também adaptar os processos em execução e visualizar as suas estatísticas.

- Módulo de execução – integra o ambiente de execução com o qual os utilizadores interagem, ou seja, o “motor” do sistema de *workflow*. É este módulo que coordena a execução do plano de trabalho definido no módulo de especificação, auxiliando os utilizadores a executar as suas tarefas previstas no plano de trabalho.

Conceptualmente, os sistemas de *workflow* fundamentam-se no facto de a maioria do trabalho de escritório poder ser descrito como conjuntos de tarefas recorrentes estruturadas, ou seja, fluxos de trabalho, em que cada tarefa ou actividade pode ser executada por várias pessoas numa determinada sequência. Assim, o poder dos sistemas de *workflow* reside na representação e execução dos fluxos de trabalho com base em sistemas de software, garantindo ganhos de eficiência e eficácia no trabalho de escritório .

Segundo Fonseca [84], apesar de os sistemas de *workflow* permitirem a organização e coordenação do fluxo de trabalho em grupo, e consequentemente potenciais ganhos na eficácia do trabalho, apresentam alguns problemas. Entre os problemas destes sistemas destacam-se a sensação de vigilância electrónica e a baixa flexibilidade associada à definição de regras rígidas. Neste âmbito, o autor apresenta cinco características das quais depende o sucesso dos sistemas de *workflow*: suporte a sistemas legados, escalabilidade, adaptabilidade, possibilidade de execução de tarefas sequenciais, paralelas ou condicionais e atribuição genérica de tarefas, não dependente dos utilizadores.

Os sistemas de *workflow* são uma das ferramentas mais utilizadas no trabalho cooperativo suportado por computador, sendo a única que é normalizada. A normalização deste tipo de sistemas está a cargo da *Workflow Management Coalition* (WfMC) [20] que estabelece uma terminologia genérica e mecanismos de interoperabilidade entre os sistemas de *workflow*. Neste âmbito, os sistemas de *workflow* centram-se em cinco conceitos fundamentais: processo, actividade, instância de processo, papel e participante.

Um processo de trabalho, ou procedimento, é definido como um conjunto de unidade de trabalho e uma ordem parcial. Uma unidade de trabalho consiste em duas partes: um cabeçalho, que contém informação sobre a unidade de trabalho, nomeadamente a sua identificação e precedência; e uma actividade, que define o trabalho a ser executado. Uma actividade pode ser de dois tipos: actividade composta ou actividade elementar. Uma actividade composta é constituída por uma unidade de trabalho. Por seu lado, uma actividade elementar é um conjunto sequencial de acções primitivas a serem executadas por um participante. Uma das principais características das actividades é serem componentes reutilizáveis, ou seja, podem ser usadas noutros processos.

As instâncias de um processo são o *locus* de controlo para a execução de um determinado processo. A nomenclatura das instâncias de processo variam mediante a definição dos processos, nomeadamente, quando um processo é uma rede de *petri*, as instâncias de processos são *tokens*, ao passo que se um processo for um objecto, a instância de processo é uma instância desse objecto.

Um papel é definido como uma nomenclatura ou etiqueta que pode ser atribuída a um participante que age no ambiente de acordo com o estipulado para esse papel. A execução de actividades num sistema de *workflow* é associada a um papel, devendo para isso ser atribuído a um participante para que possa desempenhar as actividades. Os participantes são pessoas, programas ou grupos aos quais podem ser atribuídos papéis a desempenhar, executando as actividades ou processos associados.

Com base nestes conceitos, a WfMC define uma linguagem standard para a especificação de fluxos de trabalho (*workflow*): a *XML Process Definition Language* (XPDL).

3.5.1 Modelo de referência da WfMC

A WfMC especifica um modelo de referência para sistemas de *workflow*, tendo como base uma aplicação genérica de *workflow*. O objectivo da arquitectura genérica é definir um standard para a interoperabilidade entre sistemas de *workflow*. Assim, o modelo baseia-se em cinco blocos funcionais, definindo claramente a forma de comunicação entre eles com base em interfaces standard, garantindo desta forma a

interoperabilidade entre sistemas e/ou componentes. O modelo genérico é apresentado na Figura 3.9.

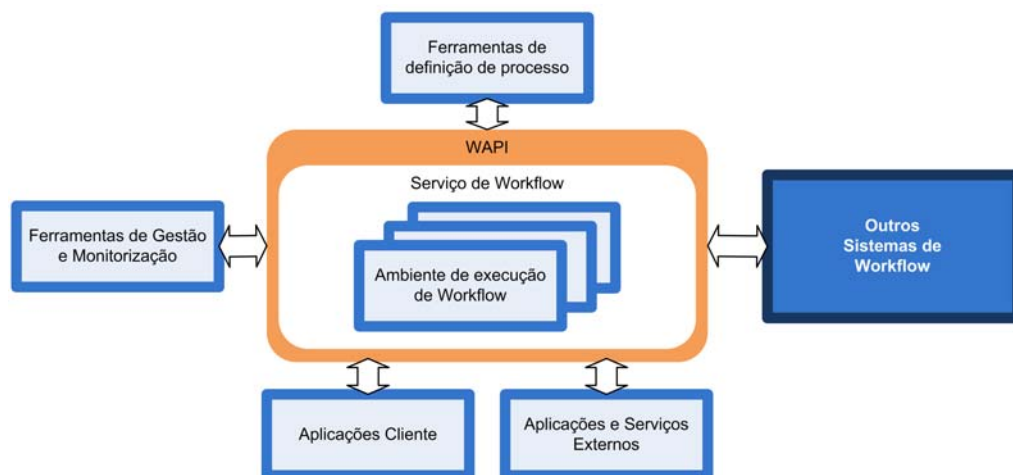


Figura 3.9 – Modelo de referência da WfMC

O bloco funcional central do modelo é o bloco de “*serviço de workflow*” que engloba um ou mais “*ambientes de execução de workflow*”, responsáveis pela criação, gestão e execução de instâncias de *workflow*. A interface com este bloco funcional é efectuada através de uma interface de programação aplicacional para processos de trabalho (WAPI – *Workflow Application Programming Interface* na terminologia anlo-saxónica).

O principal objectivo do modelo genérico é permitir a interoperabilidade entre sistemas de *workflow*. Neste sentido, o modelo define uma interface de comunicação entre blocos centrais dos sistemas, ou seja entre os blocos de serviço de *workflow*. O modelo define um conjunto de cenários de integração que englobam a integração simples com base na troca de tarefas ou actividades entre os serviços de *workflow*, até à integração completa entre os sistemas, que passa pela troca completa e coordenação conjunta de processos de trabalho.

O bloco funcional de “*ferramentas de definição de processo*” inclui o módulo de especificação característico dos sistemas de *workflow*. Segundo a especificação este bloco funcional pode incluir um conjunto de ferramentas que permitem analisar, modelar, descrever e documentar os processos de trabalho. A complexidade das

ferramentas inseridas neste bloco funcional podem variar de sistema para sistema, podendo ir de simples ferramentas informais a ferramentas sofisticadas e altamente formais. Estas ferramentas interagem directamente com o bloco central, pelo que a interacção entre estes blocos é normalmente efectuada mediante protocolos definidos pelo sistema. Um dos métodos mais utilizados para esta comunicação é a utilização de repositórios partilhados.

A interacção com os utilizadores nos sistemas de *workflow* está, segundo o modelo de referência, a cargo do bloco funcional das “*aplicações cliente*”. Este bloco comunica com o bloco central através de listas de trabalho, que são delegadas a cada utilizador segundo a definição do processo de trabalho. A interface entre os blocos funcionais disponibiliza um conjunto de funções de manipulação da lista de trabalho, nomeadamente funções para adição, remoção e suspensão de actividades.

A implementação de sistemas de *workflow* não inclui na maioria das vezes toda a lógica funcional necessária à execução das actividades, sendo esta delegada a aplicações e serviços externos, nomeadamente a sistemas de gestão empresarial ou a sistemas legados. Assim, o bloco funcional de “*aplicações e serviços externos*” inclui lógica funcional para a delegação da execução de actividades a entidades externas, possuindo uma norma standard de comunicação com o bloco central.

A administração do sistema é delegada no bloco funcional com a mesma designação, que fornece uma interface standard para funções de administração e monitorização do sistema.

3.6 Architecturas dinâmicas e adaptativas

O elemento central nos ambientes de interacção social são os utilizadores. Os utilizadores são maioritariamente pessoas, podendo co-habitar nos ambientes com agentes de software. As pessoas são por natureza entidades dinâmicas que evoluem ao longo das suas vidas, alterando as suas necessidades, requisitos e comportamentos. Este facto reflecte-se nos seus desígnios de participação nos ambientes de interacção social, condicionando os seus requisitos. Neste contexto, os ambientes de interacção social têm como requisito adaptar-se às necessidades dos seus utilizadores, evoluindo.

Similarmente aos ambientes de interacção social, as arquitecturas de software também possuem como requisito a capacidade de evolução e adaptação. A evolução das arquitecturas de software está directamente relacionada com a sua capacidade de manutenção e adaptação à alteração dos requisitos iniciais, garantindo desta forma a flexibilidade ao sistema. A evolução de uma arquitectura de software pode ser avaliada do ponto de vista estático e do ponto de vista dinâmico. Do ponto de vista estático, a evolução de uma arquitectura implica que o sistema seja desligado para que sejam efectuadas operações de manutenção e/ou adaptação. A vantagem das arquitecturas de software nesta perspectiva centra-se na organização estrutural do sistema que, uma vez que a sua representação estrutural é simplificada, permite uma fácil compreensão e análise, sendo uma consequência deste facto a facilidade de execução de operações de manutenção e de adaptação do sistema. Historicamente, esta perspectiva está intimamente ligada às primeiras abordagens de arquitecturas de software que assumiam que os sistemas eram estáticos, ou seja, não alteravam o seu comportamento em tempo de execução. Neste sentido, o desenho e desenvolvimento de arquitecturas de software assentava numa estrutura previamente planeada que impunha uma estrutura rígida e consequentemente pouco flexível em tempo de execução.

Em sistemas intensivos, de missão crítica, como são os casos de aplicações de telecomunicações, aplicações de controlo de tráfego aéreo e aplicações de informação ao público de elevada disponibilidade, as metodologias de evolução e adaptação estática não são viáveis, uma vez que a necessidade de desligar o sistema para tais operações equivaleria à inconsistência da arquitectura, visto que, a alta disponibilidade é um requisito fundamental. Uma das soluções possíveis para este tipo de sistemas, considerados sistemas dinâmicos clássicos, passa pela evolução e manutenção dinâmica, ou seja, em tempo de execução.

As arquitecturas de software dos sistemas cuja evolução é efectuada em tempo de execução são, empiricamente, designadas de arquitecturas de software dinâmicas, ou simplesmente, arquitecturas dinâmicas. O formalismo desta definição é questionável, e tem sido discutido por vários autores [55, 127, 146, 163, 202]. O ponto chave da

discussão é o nível arquitectural e, de certa forma, a complexidade dinâmica da arquitectura, ou seja, quais os elementos arquitecturais que são afectados pela evolução e que reflexos tem essa evolução sobre a arquitectura na sua globalidade. Nesta linha de pensamento, Quintero e outros [163] identificam três níveis de dinamismo:

- Dinamismo interactivo;
- Dinamismo estrutural;
- Dinamismo arquitectural.

O dinamismo interactivo é o nível mais baixo, em que é requerida a comunicação dinâmica de dados, sendo a estrutura fixa. O segundo nível, designado dinamismo estrutural, é actualmente o mais corrente e permite alteração da estrutura. Normalmente, a alteração passa pela criação ou remoção de instâncias de componentes e conectores. O dinamismo arquitectural permite a alteração de toda a infraestrutura na qual as estruturas do sistema são edificadas, ou seja, a definição ou redefinição dinâmica de novos tipos de componentes.

Numa perspectiva evolutiva das arquitecturas de software, Oreizy [146] propõe uma abordagem ao nível das alterações evolutivas produzidas sobre a arquitectura, distinguindo entre evolução correctiva, evolução perfectiva e evolução adaptativa. Para o autor, a evolução correctiva tem por objectivo a correcção das falhas do sistema; a evolução perfectiva opera no sentido de adaptar o sistema às necessidades do utilizador; e a evolução adaptativa tem como finalidade a adaptação do sistema a alterações no ambiente envolvente. Esta abordagem evolui no sentido de uma abrangência de aplicação mais vasta, não restringindo a utilização de arquitecturas dinâmicas aos anteriormente referidos sistemas de missão crítica e de alta disponibilidade. Aliás, recorrendo a esta visão de evolução arquitectural outros sistemas para além dos clássicos sistemas dinâmicos podem utilizar tais metodologias e tirar grande vantagem desse facto, como são exemplo os sistemas interactivos, em que o utilizador tem um papel fundamental, uma vez que o sistema é auto dirigido e evolui proporcionalmente às suas necessidades.

A adaptabilidade é definida como a capacidade de um sistema, ou parte de um sistema, se adaptar a alterações nos requisitos [187]. Esta definição vai de encontro à definição de evolução adaptativa anteriormente referida, definindo-se neste contexto

uma arquitectura adaptativa como uma arquitectura com a capacidade de se adaptar a alterações do seu ambiente operativo e dos seus requisitos. Por ambiente operativo, entende-se algo observável pelo sistema de software, como por exemplo, a interacção com um utilizador, dispositivos de hardware externos, sensores, entre outros.

Nas arquitecturas adaptativas, merece particular destaque a avaliação das fases e os actores do processo de adaptação. Relativamente às fases de adaptação podem-se distinguir duas fases fundamentais: detecção de uma situação passível de adaptação, ou seja, uma alteração no ambiente operacional ou dos requisitos da arquitectura; e a fase de evolução do sistema, em resposta à situação verificada. Em ambas as fases, o processo poderá requerer uma intervenção externa de um operador/administrador do sistema, ou ser efectuado automaticamente pela própria arquitectura. Na situação em que todo o processo é efectuado automaticamente pela arquitectura de software, esta é denominada, como arquitectura de software auto-adaptativa. Neste âmbito, uma arquitectura auto-adaptativa é definida como um sistema de software “*que avalia e altera o seu próprio comportamento quando a avaliação indica que não foi cumprido o que era pretendido executar ou existe a possibilidade de melhorar funcionalidades ou a performance do sistema*” [39].

Uma das metodologias clássicas para adaptação de arquitecturas de software passa pela utilização de meta-níveis arquitecturais [193]. Esta metodologia está directamente relacionada com a utilização de processos de reflexão (*reflection* na terminologia anglo-saxónica), ou seja, processos de auto observação e auto-modificação. Normalmente, esta metodologia estratifica o sistema em camadas que estão casualmente conectadas, isto é, as alterações num dos níveis são reflectidas nos outros níveis e vice-versa. Tolone [193] especifica três camadas, organizando o sistema como ilustrado na Figura 3.10. Desta forma, as alterações ao nível da meta-especificação são reflectidas nas instâncias e vice-versa.

No que respeita às arquitecturas auto-adaptativas, as metodologias usadas passam pela implementação e avaliação de três passos chave: monitorização, decisão e acção [200]. A monitorização é a fase de detecção de situações que requerem a adaptação da arquitectura, normalmente recorrendo a mecanismos de eventos pré-definidos.

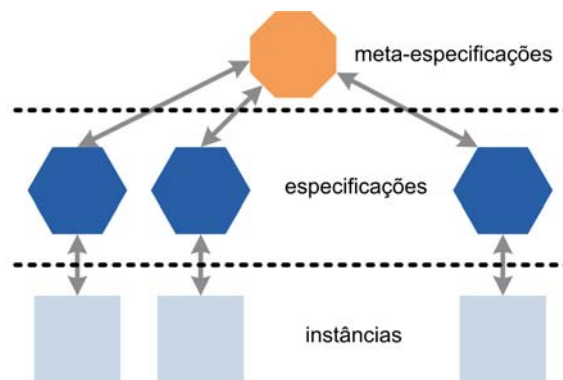


Figura 3.10 – Meta-níveis arquiteturais

São exemplos típicos de eventos erros ou falhas que ocorrem na execução de procedimentos, potenciais ataques e alterações no ambiente de execução, nomeadamente alterações da largura de banda ou de clientes conectados. Em resposta a um evento ocorre a fase de decisão. Esta fase é implícita ou explicitamente regida por regras de adaptação que definem qual a acção a tomar.

3.7 Avaliação

A actual complexidade dos ambientes de interacção social requer a adopção de metodologias adequadas para a sua avaliação e compreensão. Tecnicamente, a visão dos ambientes de interacção social como arquitecturas de software revela-se como a abordagem adequada, dado as arquitecturas de software serem uma área que tem como principal objectivo o estudo, análise e compreensão de sistemas de elevada complexidade, como são os actuais ambientes de interacção social.

Por seu lado, os estilos arquiteturais representam padrões arquiteturais que possibilitam a generalização de problemas arquiteturais comuns. Os estilos arquiteturais permitem também a classificação das arquitecturas de software mediante características comuns, permitindo a definição de famílias de sistemas. Genericamente, os ambientes de interacção social inserem-se na família das arquitecturas distribuídas, sendo normalmente caracterizadas pelos estilos arquiteturais genéricos

cliente-servidor e sistema por camadas. Tal facto fica patente nos estilos arquitecturais apresentados especificamente para ambientes multi-utilizador, onde a separação de assuntos se revela como um dos principais aspectos a ter em consideração na divisão do sistema em camadas. A separação de assuntos é de facto o ponto central dos estilos arquitecturais apresentados para sistemas de trabalho em grupo.

Os ambientes de interacção social recorrem na maioria das vezes a estratégias de distribuição para garantir a escalabilidade e evolução dos sistemas, constituindo estes, dois dos seus principais requisitos arquitecturais. Assim, as arquitecturas orientadas ao serviço representam uma solução para a distribuição dos ambientes de interacção social que garantem uma fácil evolução e um elevado nível de escalabilidade. Representando a *World Wide Web* o ambiente por excelência para a criação de ambientes de interacção social, os *Web Services* são uma tecnologia que se revela adequada à sua implementação, dado basearem-se no estilo arquitectural das arquitecturas orientadas ao serviço e usarem como meio de comunicação os protocolos padrão da *World Wide Web*.

Do ponto de vista da coordenação das actividades nos ambientes de interacção social, a adaptação dos sistemas de *workflow* deve ser tida em consideração, dado que estes sistemas representam uma forma padronizada para gerir processos de trabalho realizados em ambientes cooperativos, ou seja, são um caso particular de ambientes de interacção social em que o domínio de aplicação é o trabalho cooperativo suportado por computador.

Dinamismo e evolução são dois requisitos fundamentais dos ambientes de interacção social que permitem a sua adaptação às alterações das necessidades dos seus utilizadores, bem como à evolução das sociedades reais. Na perspectiva das arquitecturas de software este facto é também reflectido, tendo sido apresentadas metodologias para a adaptação dinâmica das arquitecturas de software. O grau de flexibilidade e adaptação requerido por um ambiente de interacção social reflecte-se directamente na adopção de metodologias ao nível da arquitectura para a sua adaptação dinâmica. Neste âmbito, podem ser adoptadas metodologias de adaptação simples, na maioria das vezes operadas pelos utilizadores do ambiente, ou metodologias complexas que envolvem a auto-adaptação do sistema.

4

O modelo dos Teatros Sociais

«All of us live in an artificial landscape generated by the crisscrossing of an endless number of artifacts, each of which is the result of some decision about a certain order of the world no matter how confusingly carried out » – Bruno Latour and Peter Wibel¹

A clarificação das interacções possíveis num determinado momento e o seu relacionamento com tipos funcionais de utilizadores podem contribuir para uma melhor compreensão do ambiente virtual de interacção social e, consequentemente, dos seus objectivos. Neste capítulo são discutidas as vantagens desta organização explícita da interacção, denominada regulação da interacção social. Neste contexto é proposto um modelo para a criação de ambientes de interacção social regulados, baseado na metáfora teatral aplicada a actividades quotidianas de interacção social: o modelo dos Teatros Sociais.

¹*Making Things Public – Atmospheres of Democracy* [121]

4.1 Introdução

A criação de ambientes de interacção social é um processo complexo com requisitos tecnológicos e sociológicos. No plano sociológico, um dos principais requisitos do processo é a definição de um plano de sociabilização que determina códigos de conduta, liberdade de expressão e um conjunto de políticas de interacção entre os participantes no ambiente.

A importância da definição de um plano de sociabilização está directamente relacionada com a necessidade de adequação do ambiente às necessidades e requisitos dos seus utilizadores. Por consequência, uma deficiente aplicação e definição das políticas e regras que regem o espaço condicionam o seu funcionamento, pondo em causa o sucesso do ambiente de interacção social.

O plano de sociabilização pode ser visto sociologicamente como o conjunto de regras que governam o ambiente de interacção social, ou seja, um regulamento social resultante do processo de produção e negociação das regras sociais que regem a interacção social no espaço.

A regulação social destaca o aspecto social da interacção, sendo a sua principal função definir a forma como os participantes interagem socialmente nas actividades comuns delineadas mediante o objectivo ou interesse partilhado pelos participantes no ambiente de interacção. É no decurso dessas actividades que os participantes no ambiente de interacção social interagem e se deparam com a necessidade de uma base comum para a interacção, que passa pela “celebração” de acordos mútuos quanto à forma de transmissão de informação ou mesmo à base linguística a ser usada. Habitualmente estes acordos são celebrados de uma forma “ad-hoc” recorrendo a recursos externos ao ambiente para a sua discussão, clarificação e celebração. O papel da regulação da interacção social neste contexto é formalizar o processo de discussão e definição destes acordos, localizando-o no seio do ambiente de interacção social e definindo formatos para a sua especificação, tornando desta forma possível a validação do seu cumprimento por parte dos utilizadores no decurso da interacção.

Os ambientes de interacção social são utilizados em diversas áreas, o que contribui

para uma grande diversidade de actividades implicando diferentes requisitos na interacção e na sua regulação. Um caso particular em que as interacções sociais são mais intensas são as actividades quotidianas, como por exemplo, uma reunião de condóminos, uma assembleia de freguesia e uma conversa entre amigos. Neste tipo de actividades as interacções são muito frequentes, tendo forte intensidade social, uma vez que são actividades essenciais à vida quotidiana dos seus participantes. Nas actividades quotidianas existe uma maior necessidade de os utilizadores interagirem e definirem conjuntamente um conjunto de regras que regulem o espaço onde interagem. Por outro lado, também se revela importante que os ambientes tenham a capacidade de suportar um dinamismo ao nível da regulação, permitindo que o ambiente seja suficientemente flexível para a permanência dos participantes, evoluindo conjuntamente com as suas necessidades e requisitos de interacção.

O modelo dos Teatros Sociais tem como principal domínio de aplicação actividades quotidianas, definindo um modelo para a criação dinâmica de ambientes de interacção social regulada. O conceito de Teatros Sociais surge da aplicação do modelo de interacção do teatro a situações do quotidiano em ambientes virtuais de interacção social. Neste âmbito, um Teatro Social pode ser definido como um ambiente de interacção social, com vários cenários de interacção, onde decorrem simultaneamente diversas “peças” da vida quotidiana (Figura 4.1). A aplicação do modelo de



Figura 4.1 – Teatros Sociais – cenários de interacção social

interacção do teatro permite que os espaços de interacção integrados no Teatro Social, definidos como Espaços Sociais, sejam regidos por um guião de interacção, nos

quais cada interveniente interpreta um determinado papel. No palco de interacção de cada Espaço Social, cada actor desempenha o seu papel executando as acções que lhe são atribuídas, sob a égide da regulação do ambiente.

O modelo dos Teatros Sociais é proposto, no âmbito desta tese de doutoramento, como uma solução possível para a regulação da interacção social em ambientes virtuais. Neste contexto este capítulo começa por clarificar o conceito de regulação de interacção, tendo como base trabalhos de referência em diferentes áreas. Posteriormente, é definido o modelo dos Teatros Sociais e as suas principais estruturas para a criação de ambientes virtuais de interacção social regulada.

4.2 Regulação de interacção

O termo regulação é definido literalmente como o acto ou efeito de regular. Regular, em latim *regulare*, significa tornar conforme, moderar, reprimir, regularizar, ou, do ponto de vista legal, o esclarecimento ou facilitação por meio de disposições legais a execução de algo.

Implícita ou explicitamente a regulação faz parte do quotidiano dos indivíduos, no sentido de ser um mecanismo de decisão das suas acções. A execução de uma acção é precedida de uma avaliação implícita segundo o conjunto de valores do indivíduo e da sociedade em que este se encontra inserido. Paralelamente, a execução da acção é também condicionada por questões legais e contextuais, que determinam a sua execução ou não. No caso de uma acção ser executada contrariamente ao definido pelos mecanismos de regulação, esta pode ser: mediada, caso a acção ainda não tenha sido efectivamente executada; ou reprimida, caso a acção já tenha sido executada. Tomemos como exemplo uma criança que se aproxima perigosamente de uma lareira. A acção de se aproximar da lareira pode ser mediada pelos seus pais, avisando-a do facto de que se se aproximar demais poder queimar-se, ou então, caso a mediação não ocorra, a própria acção reprime a criança. Neste exemplo é também importante avaliar o facto de a execução de uma acção sem que haja regulação constitui um processo de aprendizagem, ou seja, é adquirido conhecimento sobre as consequências ou repreensão resultante da execução da acção. Esse conhecimento adquirido poderá condicionar a regulação de futuras acções. No nosso exemplo, caso

a criança se tenha queimado na lareira, muito provavelmente ,no futuro não repetirá a acção.

O processo de regulação é esquematizado na Figura 4.2. No processo intervêm um actor que irá executar uma acção, e o regulador que avalia a exequibilidade da acção com base num conjunto de regras e no conhecimento adquirido. O processo de regulação irá determinar se o actor deve ou não executar a acção, podendo tal decisão ser ou não mandatória, ou seja, pode caber ao actor a decisão final sobre a execução da acção.



Figura 4.2 – O processo de regulação

Similarmente ao mundo real, a regulação é também necessária em ambientes virtuais, nomeadamente ao nível da interacção. Como descrito anteriormente, em ambientes virtuais as interacções entre os utilizadores requerem a negociação e implementação de regras que facilitem o processo de interacção, nomeadamente que definam uma linguagem comum e estabeleçam uma forma padronizada de comportamentos no ambiente. Esse conjunto de regras, produzidas em conjunto com utilizadores, segundo as suas necessidades e requisitos, definem uma base de entendimento para a regulação do espaço, sendo aplicadas por reguladores que controlam a interacção social nestes ambientes.

Os modelos de regulação para ambientes de interacção baseiam-se usualmente em quatro conceitos [138]:

- espaço – o espaço em que decorre a interacção permite contextualizar as acções

de interacção e consequentemente seleccionar as políticas ou regras de interacção mais adequadas à situação;

- políticas de interacção – conjunto de regras de interacção globais que contêm todas as possíveis situações que podem ocorrer no espaço;
- artefactos – constituem o espaço envolvente à interacção. Normalmente, são objectos partilhados com os quais os utilizadores podem interagir. Os artefactos representam na maioria dos espaços colaborativos objectos que os utilizadores partilham, sendo essenciais para o cumprimento do objectivo do ambiente de interacção.
- actores – os participantes no ambiente de interacção, a quem num determinado espaço é atribuído um determinado papel, delimitando a sua actuação no ambiente.

Um aspecto importante na implementação de modelos de regulação da interacção é a sua relação com os mecanismos de coordenação. O conceito de coordenação é normalmente usado para descrever os mecanismos de gestão de inter-dependências entre os participantes, implementados em ambientes de interacção social, incluindo: o acesso a recursos partilhados, a alocação de tarefas aos participantes e a sincronização de eventos entre os participantes. Assim, o processo de coordenação garante que as acções no ambiente de interacção social são executadas segundo regras definidas ou impostas no ambiente, permitindo que os participantes ajam de acordo com as regras em vigor. O processo associado à definição e implementação das regras do ambiente é a regulação, como descrito.

A regulação da interacção é objecto de estudo de diversas áreas científicas nomeadamente a inteligência artificial e a interacção humano-computador. Na área da inteligência artificial, em particular no estudo dos sistemas multi-agente, a regulação da interacção é estudada ao nível das interacções entre agentes de software, integrados numa sociedade de agentes. Nesta área, merecem particular destaque os trabalhos desenvolvidos por Dignum[68], Ominici Ricci e Viroli [143, 167]. Na área da interacção humano-computador, o estudo da regulação da interacção assume particular destaque nas sub-áreas de trabalho cooperativo suportado por computador

e interacção humano-computador-humano. A determinação de regras para a organização e coordenação da cooperação em grupos de trabalho revela-se um dos principais objectivos no estudo da regulação da interacção na área do trabalho cooperativo suportado por computador, como comprovam os estudos de Ferraris [82] e Mezura-Godoy [138]. Nesta área merece também especial atenção a definição de uma linguagem comum para a definição dos mecanismos de regulação, bem como o dinamismo do processo de regulação [125]. Relativamente à área de interacção humano-computador-humano, a principal ênfase recai na definição clara das actividades e formas de interacção entre membros de um ambiente de interacção, bem como na capacidade de os próprios membros definirem as suas políticas de socialização. Nas subsecções seguintes são apresentados sumariamente alguns dos trabalhos de maior relevo desenvolvidos nestas áreas.

4.2.1 Regulação em sistemas multi-agente

Os agentes de software são entidades autónomas com capacidades de comunicação e raciocínio, que apresentam um comportamento similar a entidades reais sendo usadas na sua implementação, simulação ou representação. Similarmente às entidades reais, os agentes de software organizam-se em sociedades de agentes, designados por sistemas multi-agente, onde interagem entre si representando papéis atribuídos pelo sistema.

A interacção nas sociedades de agentes é um problema que merece o interesse da comunidade científica, merecendo particular destaque os estudos levados a cabo na área dos sistemas multi-agente que abordam a problemática da regulação da interacção. Neste âmbito, são de realçar os trabalhos de Dignum, em particular o modelo OperA para sociedades de agentes [68], e de Viroli que aborda os contextos de coordenação de agentes (*Agent Coordination Context* – ACC) [143, 167].

Modelo OperA para sociedades de agentes

O modelo OperA define um *framework* conceptual para sociedades de agentes que integra a especificação de características organizacionais globais, distinguindo os mecanismos de descrição e coordenação da estrutura e comportamento global dos

fornecedores de serviço que populam o modelo.

As sociedades de agentes são vistas, segundo este modelo, como relações estruturais entre os agentes dado que, estes, são entidades autónomas e independentes, podendo actuar para um objectivo comum. De forma a atingir os objectivos da sociedade são definidos perfis e regras comportamentais, permitindo aos agentes desempenharem perfis definidos e comportarem-se mediante as regras sociais da sociedade. A regulação das interacções entre os agentes e cumprimento das funções descritas no perfil que desempenham num dado momento não é efectuada no decurso da interacção, mas no final, sendo desta forma garantida a autonomia dos agentes, sob a condição de um bom desempenho do papel que lhes foi conferido pela sociedade. Desta forma, a sociedade, além de ter a função de descrever cada um dos papéis, valida a execução de cada papel, mantendo uma lista de compromisso de cada agente. Dignum e outros [68] defendem que se podem identificar vários perfis numa sociedade, distinguindo entre perfis sociais e perfis de facilitação. Os perfis sociais são definidos como os perfis necessários ao funcionamento da sociedade. Por seu lado, os perfis de facilitação são perfis operacionais que definem os objectivos da sociedade. O *framework* engloba três modelos inter-relacionados (Figura 4.3) que descrevem diferentes aspectos das sociedades de agentes e diferenciam o comportamento efec-

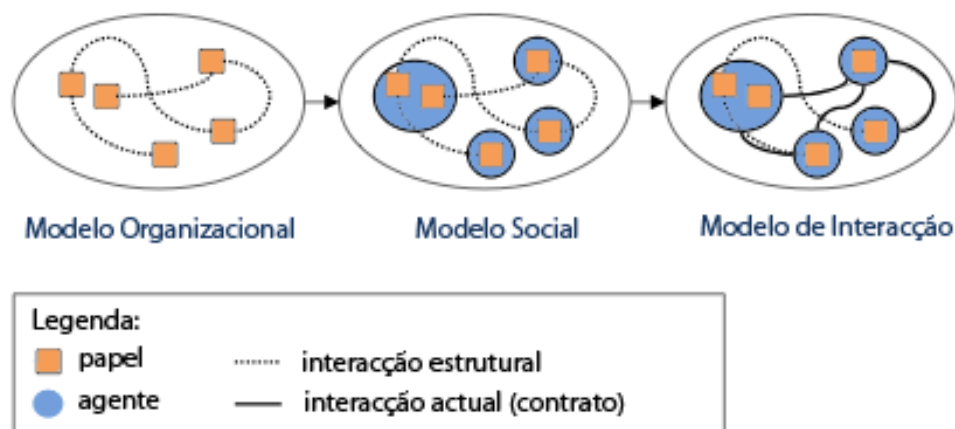


Figura 4.3 – *Framework* conceptual do modelo OperA

tivo de uma sociedade do comportamento desejado. São eles:

- Modelo organizacional – descreve a sociedade de agentes ao nível de perfis, restrições e regras de interacção.
- Modelo social – associa os perfis descritos pelo modelo organizacional aos agentes, de forma a popular a sociedade de agentes.
- Modelo de interacção – descreve os compromissos de interacção entre os agentes.

O desempenho dos perfis e os compromissos de interacção entre os agentes são agrupados num conjunto de regras contratuais, ou simplesmente contractos, que definem os compromissos entre os agentes e a sociedade. Estes contratos definem também as interdependências entre os modelos constituintes do *framework* conceptual.

Contextos de coordenação de agentes

Os contextos de coordenação de agentes foram propostos por Ricci, Viroli e Ominici [167], constituindo uma abstracção que pode ser usada para modelar a presença de agentes em ambientes sociais estruturados de diferentes pontos de vista. Conceptualmente, os contextos de coordenação de agentes podem ser usados ao nível da modelação da organização, do controlo de acesso, da qualidade de interacção e das relações entre os agentes e a sociedade.

Ao nível da modelação organizacional, os contextos de coordenação de agentes permitem a modelação explícita da presença dos agentes numa sociedade com regras e estruturas definidas, especificando claramente os relacionamentos entre os agentes e a sociedade. Estes relacionamentos são normalmente definidos recorrendo a papéis que são desempenhados pelos agentes no seio da sociedade, definindo a sua posição social, responsabilidades, permissões e comportamento interactivo.

O controlo de acesso dinâmico aos recursos dos ambientes pode ser modelado com base em contextos de coordenação de agentes, através de modelos de controlo de acessos baseados em papéis. Os contextos de coordenação de agentes permitem associar aos papéis definidos na modelação organizacional regras de controlo de acesso, usufruindo do seu comportamento de governação.

A modelação da qualidade de interacção nos contextos de coordenação de agentes está relacionada com a capacidade de definição de características não funcionais

da interacção e comunicação ao nível das interfaces, associadas à perspectiva de implementação dos contextos de coordenação de agentes.

Ao representar um contrato entre os agentes e a sociedade, os contextos de coordenação de agentes são usados para definir os serviços de interacção fornecidos pela sociedade ao agente, bem como as acções que são esperadas como resultado da representação do papel do agente na sociedade, possibilitando desta forma modelar as relações entre os agentes e a sociedade.

Na perspectiva de implementação, os contextos de coordenação de agentes são definidos por:

- uma interface – define o conjunto de operações a que o agente pode aceder no seio da sociedade.
- um contrato – descreve os relacionamentos entre o agente e a sociedade, nomeadamente as políticas de regulação das acções do agente e os protocolos de interacção.
- um estado de contrato – descreve o estado de execução do contexto de coordenação de agentes ao nível dos protocolos de interacção e a sua evolução. Para além do estado lógico da interacção, o estado de contrato inclui também informação relacionada com a localização temporal e espacial do agente.

De entre estes componentes é de destacar a dependência entre o contrato e a interface, a qual permite aos contextos de coordenação de agentes regular a interacção entre os agentes da sociedade. Ao nível da interface é definido um pedido de execução de acção que permite a execução de uma acção a um agente no seio da sociedade. A execução da acção só é efectiva caso as políticas definidas no contrato o permitam, ou seja, no contrato são definidas regras que tendo como base o estado actual da sociedade, o próximo estado e a acção a executar, determinam com base numa condição, se a acção pode efectivamente ser executada.

4.2.2 Regulação de trabalho cooperativo suportado por computador

A área do trabalho cooperativo suportado por computador tem como principal objectivo optimizar o desempenho de grupos de trabalho na execução das suas tarefas,

estudando a forma como as tecnologias de informação e comunicação podem suportar e mediar o trabalho em grupo. As interacções entre pessoas no desempenho das suas actividades conjuntas dentro de um grupo de trabalho merecem particular atenção nesta área, pelo que, consequentemente, a forma como as actividades são organizadas e a definição das condições sob as quais são executadas, representam um dos problemas associados ao trabalho cooperativo suportado por computador. Uma das soluções apresentadas por vários autores para este problema reside na implementação de mecanismos de regulação das actividades conjuntas desempenhadas num grupo de trabalho, enfatizando a vertente de interacção social nestes ambientes.

Um dos primeiros trabalhos a introduzir mecanismos de regulação em ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador, mais especificamente, em sistemas de *groupware*, foi proposto por Ferraris [82], baseando-se num modelo de participação associado a um espaço de regulação que descreve as regras de cooperação entre os participantes nas actividades conjuntas e permite a regulação dos espaços de coordenação, comunicação e produção, usualmente integrados nas ferramentas de *groupware*. Posteriormente, Mezura-Godoy [138] propõe um *framework* genérico para regulação do trabalho cooperativo suportado por computador.

Modelo de participação

Usualmente, os sistemas de *groupware* são estruturados segundo três modelos [75]: coordenação, comunicação e produção. Ferraris [82] propõe a inclusão de um quarto modelo: a regulação de actividades conjuntas. Este modelo tem como objectivos organizar os participantes nas actividades conjuntas, aumentar o seu grau de compromisso e melhorar a coesão do grupo. Este modelo actua de uma forma ortogonal aos restantes, permitindo a definição de regras ao nível da produção, coordenação e comunicação do grupo, de forma a regular a execução de actividades conjuntas entre os participantes (Figura 4.4). De forma a permitir a descrição precisa da organização das actividades conjuntas, é associado ao modelo de regulação um modelo de participação.

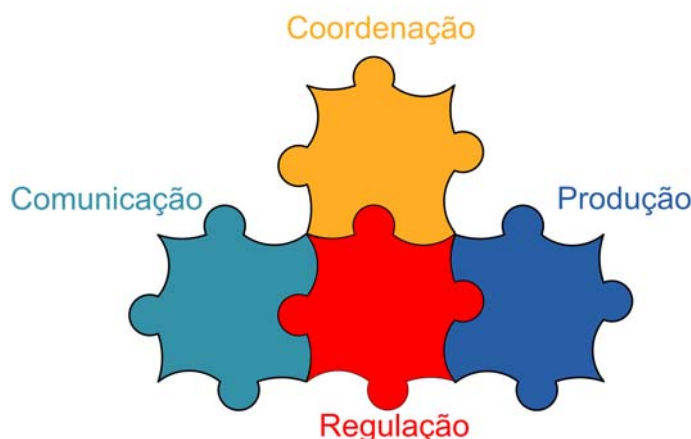


Figura 4.4 – Modelos associados às ferramentas de *groupware*

O modelo de participação tem como principal objectivo organizar o espaço partilhado, as regras e os acordos, os utilizadores e as suas acções ou interacções, implicando a descrição dos ambientes onde as acções terão efeito, os participantes e os cenários que regulam a interacção entre os participantes e as acções. Este modelo está associado a três conceitos:

- arenas – é a área comum onde decorrem as actividades, contendo os actores, os operadores e as funções que os actores utilizaram na execução das actividades. Além disso, nas arenas existem também artefactos, ou seja, objectos que os participantes podem manipular usando os operadores e as funções. É de salientar que, segundo este modelo, as arenas são propriedades dos actores.
- cenários de interacção – descrevem os protocolos sociais que regulam o grupo num dado momento da interacção. Os cenários de interacção descrevem as acções conjuntas que podem ser executadas e a sua organização ou sequência. Um facto que merece particular atenção é que os cenários de interacção não definem de uma forma rígida o fluxo das interacções entre os participantes, constituindo apenas linhas de orientação.
- actores – são entidades computacionais que têm como funções representar os participantes na interacção, permitir a comunicação e auxiliar a execução das tarefas. Um actor pode representar um grupo, uma pessoa ou uma entidade computacional (um agente de software), permitindo desta forma a construção

de ambientes híbridos, onde pessoas e agentes de software interagem. Os actores são caracterizados por um papel temático, um ou mais papéis casuais, um local e uma ou mais posições na interacção.

No modelo de participação são ainda de salientar as contribuições e o mediador. As contribuições definem a forma de participação dos actores nas actividades colectivas, ou seja, a forma como cada actor contribui ou pretende contribuir para a concretização de uma actividade. Por seu lado, o mediador é um actor especial no modelo de participação, representado por um agente de software que tem a seu cargo a regulação da arena. Este actor gere os cenários, a sua execução e a caracterização dos participantes nas actividades conjuntas, conhecendo e pondo em prática as leis que regem o espaço, actuando como um observador que regula as actividades dos actores na arena.

Ferraris [82] propõe também uma arquitectura para implementação da regulação em sistemas de *groupware*. A arquitectura proposta é constituída por três camadas: nível aplicacional, nível de execução e nível de regulação. O nível de aplicação inclui as funcionalidades de trabalho em equipa, normalmente implementadas pelos sistemas de *groupware* convencionais, sendo o nível de base da arquitectura. Os mecanismos de execução, mediadores entre os pedidos e o nível aplicacional, são incluídos no nível de execução. Este nível é responsável pela execução dos pedidos, recorrendo para tal a transformações destes em chamadas a funções do nível aplicacional. Por último, o nível de topo da arquitectura é o nível de regulação. Este engloba o modelo de participação, nomeadamente o conhecimento associado aos participantes nas actividades conjuntas, as leis definidas para a arena, o mediador e os mecanismos necessários à regulação do ambiente.

***Framework* genérico de regulação**

Mezura-Godoy e Talbot [138] propuseram, baseando-se no trabalho desenvolvido por Ferraris e Martel anteriormente apresentado, um *framework* genérico de regulação para trabalho cooperativo suportado por computador. Na visão das autoras, as actividades colaborativas são compostas por interacção entre pessoas ou grupos e têm lugar em áreas comuns denominadas de arenas.

O modelo de regulação proposto é uma formalização do modelo apresentado por Ferraris e Martel, baseado nos conceitos de arena, protocolos de interacção e actores. Neste modelo, é de salientar a formalização dos conceitos de arenas públicas e privadas. A arena pública é definida como o ambiente global, em que actores, protocolos de interacção e artefactos se interrelacionam em actividades conjuntas para um fim comum. Dentro das arenas públicas, os participantes podem definir o seu próprio espaço, definido como uma arena privada. As arenas privadas são vistas parciais da arena pública com um conjunto próprio de componentes de regulação, actividades, artefactos e ferramentas de interacção.

O *framework* genérico de regulação é baseado no modelo de participação e é composto por: componentes de regulação, uma classe arena, uma classe mediador e uma classe coordenador (Figura 4.5). Os componentes de regulação são definidos por um conjunto de classes abstractas que incluem os componentes do modelo de regulação: actor, papel, ferramenta, objecto, regra e protocolo de interacção. A implementação concreta destas classes permite a criação de componentes de regulação específicos para cada aplicação, possibilitando a adaptação do *framework* genérico a casos concretos.

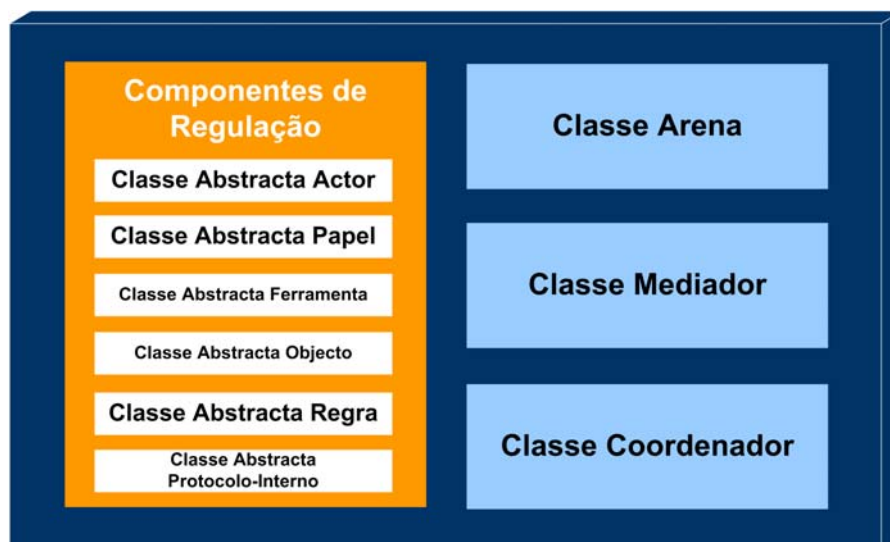


Figura 4.5 – *Framework* genérico de regulação em ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador

As restantes classes definidas pelo *framework* são classes concretas, que auxiliam a concretização do modelo de regulação, constituindo o esqueleto do *framework*. A classe arena é uma classe agregadora dos componentes de regulação para uma aplicação específica, ao passo que a classe mediador, existente para cada arena pública, é responsável pelo controlo e regulação na arena. Por seu lado a classe coordenador engloba a definição de mecanismos para garantir o conhecimento das relações definidas entre os componentes e a arena, assim como para a criação de vistas da arena (arena pública e arenas privadas).

4.2.3 Regulação em comunidades virtuais

As comunidades virtuais são ambientes de interacção emergentes, cujo desenvolvimento engloba a avaliação de factores tecnológicos e sociológicos. Como apresentado anteriormente, as comunidades virtuais enfrentam durante o seu ciclo de vida inúmeros desafios, normalmente relacionados com a preservação da sua consistência e sustentabilidade [43].

No sentido de enfrentar estes desafios, as comunidades virtuais dispõem de vários mecanismos para garantir a ordem e o controlo no espaço de interacção, que recorrem tradicionalmente à filtragem e ao bloqueio dos membros que desrespeitem as normas da comunidade. A aplicação destes mecanismos de regulação é efectuada pelos próprios membros das comunidades em auto-regulação ou por agentes de software. Em certas situações são também usados mecanismos de programação, que permitem definir programaticamente as regras que regulam o espaço ou mecanismos de *gatekeeping* [42, 43] que permitem a auto-regulação de comunidades virtuais.

Os mecanismos básicos de regulação das comunidades virtuais passam pela moderação do ambiente pelos administradores do sistema. Este mecanismo esgota-se facilmente com o crescimento da comunidade, sendo mesmo desapropriado para comunidades pequenas em que a interacção é intensa, como defendido por Powazek [160]

Os mecanismos de auto-regulação são mecanismos comuns nas comunidades virtuais que pretendem resolver os problemas dos mecanismos de moderação pelos administradores. Este mecanismo passa por delegar nos próprios utilizadores ou em agentes

de software a função de regulação do ambiente, ou seja, com base nas regras definidas pelo plano de sociabilização para a comunidade, um conjunto de utilizadores ou agentes de software é seleccionado para validar as interacções no ambiente.

A implementação dos mecanismos de auto-regulação tem por base a escolha do grupo de utilizadores responsáveis pela moderação e regulação do ambiente. Um dos modelos de maior sucesso é o modelo de reputação, em que os utilizadores vão criando a sua identidade na comunidade e ganhando credibilidade perante os outros utilizadores. Desta forma, e com base numa hierarquia, os utilizadores tornam-se moderadores do espaço, mediante a sua credibilidade e reputação no ambiente. Este modelo é utilizado em *forums* e *weblogs* do qual é um exemplo de sucesso o *Slashdot* [17].

Em comunidades virtuais de grandes dimensões, a implementação dos mecanismos de auto-regulação passa pela utilização de agentes de software que validam as interacções com base em regras definidas na sua implementação. Um exemplo deste tipo de regulação é a utilização de *bots* no *Internet Chat Relay* (IRC) [8].

Os *Multi-User Dungeons* (MUDS) e *MUD Object Oriented* (MOO) são ambientes de interacção que permitem aos utilizadores uma grande liberdade de se organizarem e coordenarem actividades conjuntas. Os mecanismos de regulação implementados permitem a regulação das interacções com base em contratos sobre as propriedades dos objectos, bem como nas permissões dos utilizadores e dos grupos a que pertencem. Por outro lado, estes ambientes permitem também aos utilizadores contribuir para a evolução do ambiente desenvolvendo pequenas *scripts* para criação de sub-ambientes. Esta flexibilidade permite ainda aos utilizadores implementar programaticamente os seus modelos de regulação para esses sub-ambientes. No entanto, será importante salientar que estes mecanismos não são acessíveis a todos os utilizadores, dependendo do nível hierárquico que têm dentro da comunidade, dado que nos MUDS e MOO existe o conceito de papel, que define o nível hierárquico de cada participante. Os mecanismos programáticos de regulação da interacção revelam-se também restritivos na medida em que só os utilizadores com conhecimentos na área de programação estão habilitados a participar no processo de regulação, sendo as regras do ambiente apenas adaptadas às necessidades de um grupo restrito de

membros da comunidade.

Noutra perspectiva, Barzilai-Nahon propõe a utilização de mecanismos de *gatekeeping* para a auto-regulação de comunidades virtuais [42, 43]. O *gatekeeping* é definido como «um processo de controlo genérico de informação, mais precisamente o controlo de informação à medida que esta atravessa uma porta» [43]. O processo de controlo inclui, entre outras, actividades de selecção, inclusão, apresentação, repetição, localização, integração e remoção de informação. A aplicação de mecanismos *gatekeeping* em comunidades virtuais para controlar a informação nos ambientes de interacção pode acontecer a diversos níveis, nomeadamente, mecanismos editoriais, de regulação e de censura. Ao nível editorial, os mecanismos de *gatekeeping* actuam sobre as actividades de alteração dos conteúdos das interacções, ao passo que ao nível da censura actuam ao nível da sua remoção, normalmente invocados pelos gestores ou utilizadores que moderam a interacção. Os mecanismos de regulação das comunidades virtuais utilizam os mecanismos de *gatekeeping* principalmente para a construção de regras comportamentais, assim como para treino e orientação de reacções a situações que ocorrem durante a interacção.

4.3 Teatros Sociais

O teatro é uma arte em que um actor ou um grupo de actores interpreta uma história ou actividade, que apresenta uma situação e desperta sentimentos na audiência [6]. O conceito de teatro está associado a uma dinâmica de interacção entre os actores: a representação da peça de teatro. A representação é um dos conceitos centrais do teatro, distinguindo-o do ponto de vista literário, e afigurando-se como meio através do qual os actores “transmitem a sua realidade” à audiência.

A representação ocorre geralmente num local físico próprio: o palco. O palco é um ambiente populado por actores que representam um papel da peça de teatro, contextualizada por cenários que, em conjunto, envolvem a audiência numa “realidade paralela”, própria da peça de teatro em cena. A peça de teatro é normalmente uma narrativa dramatizada, ou seja, uma obra literária que é representada segundo um conjunto definido de interacções entre os actores em palco ilustrando uma cena do quotidiano ou de ficção. A obra literária que serve de base à peça teatral é na

maioria das vezes adaptada, definindo de uma forma clara os papéis que os actores desempenham na peça, assim como a sequência das suas interacções em palco, constituindo desta forma o guião da peça teatral.

O teatro, em particular a representação, pode ser visto como um modelo de interacção regulado, dado que os actores interagem num ambiente segundo um conjunto de normas definidas de forma a atingir um objectivo comum: pôr em cena a peça de teatro. Assim, o modelo de interacção do teatro é caracterizado pelos actores que desempenham um ou mais papéis em palco segundo regras de interacção definidas no guião da peça teatral. Segundo este modelo de interacção, num dado momento, um actor só pode desempenhar um papel, podendo no entanto desempenhar vários papéis no decurso da peça. Este modelo de interacção pode ser aplicado em várias áreas, da sociologia à gestão organizacional, para compreender, estudar ou regular o comportamento das interacções humanas, sendo também aplicado nas tecnologias da informação e comunicação.

A utilização da metáfora do teatro nas tecnologias da informação e comunicação merece particular destaque, em particular no trabalho apresentado na obra *“Computers as Theatre”* de Brenda Laurel [122]. A autora baseia-se na poética de Aristóteles e nas suas quatro causas, aplicando-a ao desenho de software, em particular à forma como a dramatologia pode ser aplicada à interacção humano-computador. Um dos pontos de maior interesse do trabalho de Laurel é a sua visão teatral das actividades humano-computador. A autora argumenta: *«na visão teatral das actividades humano-computador o palco é um mundo virtual»*, populado por agentes, humanos e de software, e outros elementos que representam o ambiente e o contextualizam. Para Laurel, a *«magia técnica que suporta esta representação, tal como no teatro, está por detrás da cena»* (nos bastidores), sendo criada por hardware e software.

O modelo dos Teatros Sociais [148, 149] tem como base a metáfora teatral, em particular a visão de um ambiente virtual de interacção social como um teatro defendida por Laurel. Se por um lado a génese do conceito Teatro Social deriva da aplicação da metáfora teatral (Teatro), por outro, este modelo centra-se no modo como os utilizadores interagem nos ambientes virtuais de interacção social (Social). A utilização do termo social na definição do conceito de Teatros Sociais tem aliás

duplo significado: por um lado, a principal ênfase do modelo recai na forma como os utilizadores do ambiente de interacção social interagem entre si; por outro lado, os objectivos ou actividades desenvolvidas no seio dos ambientes de interacção social, desenvolvido sob a égide do modelo, evocam situações de índole social, ou seja, situações que os seus utilizadores desempenham no seu dia a dia em sociedade, como por exemplo, reuniões de amigos, assembleias de freguesia, apresentação de artigos em conferências ou estudo em conjunto.

Os Teatros Sociais são o resultado da aplicação do modelo de interacção do teatro a situações do quotidiano, em ambientes virtuais de interacção social. Neste âmbito, um Teatro Social é um ambiente virtual de interacção social, com diversos cenários de interacção, onde decorrem simultaneamente diversas peças da vida quotidiana. Nestes espaços, regidos por um guião de interacção, cada interveniente interpreta um determinado papel, executando as acções que lhe são atribuídas mediante a regulação do espaço.

Os espaços de interacção onde decorrem as acções de interacção social são definidos no modelo dos Teatros Sociais como Espaços Sociais (Figura 4.6). Estes espaços são ambientes regulados por um modelo de regulação global, ou seja, a interacção social nos Espaços Sociais é regida pelo modelo de regulação do Teatro Social. Os Espaços



Figura 4.6 – Teatros Sociais

Sociais são ambientes de interacção dinâmicos criados com base nas necessidades dos utilizadores e capazes de se adaptar à sua evolução. Estes espaços integram um conjunto de serviços de interacção disponibilizados pelo Teatro Social, que são organizados e coordenados segundo um fluxo de interacção, definindo claramente as

acções de interacção possíveis em cada momento entre os seus participantes. O fluxo de interacção permite coordenar as actividades de interacção dos actores, representando metaforicamente o guião do Espaço Social. Por outro lado, a coordenação da interacção nos Espaços Sociais garante que os objectivos para os quais os ambientes foram criados são atingidos mais facilmente e proporciona uma rápida familiarização dos novos utilizadores, na medida em que assegura uma *interacção assistida*.

Definindo os Teatros Sociais um ambiente onde coexistem diversos espaços de interacção, generaliza as características destes espaços, ou seja, especifica genericamente um conjunto de características dos ambientes de interacção, que são herdadas por todos os Espaços Sociais criados no seu domínio. Neste sentido, na subsecção seguinte são apresentadas as características genéricas dos ambientes de interacção, referenciadas no Capítulo 2, na perspectiva do modelo dos Teatros Sociais.

4.3.1 Características dos Teatros Sociais

O papel de ambiente integrador de diversos ambientes de interacção é usado pelo modelo dos Teatros Sociais para definir um conjunto de características comuns a todos os seus espaços de interacção. São características comuns aos ambientes de interacção: o domínio de aplicação; a identidade, confiança e participação dos seus utilizadores; as formas de comunicação disponibilizadas; os mecanismos de manifestação de presença e co-presença dos utilizadores; os serviços de interacção disponibilizados; e a interface com o utilizador.

Domínio de aplicação

O domínio de aplicação em que se inserem os Teatros Sociais caracteriza-se pela predominância de actividades de carácter social, nomeadamente situações do quotidiano da vida em sociedade, com o objectivo de colmatar necessidades de âmbito social, educacional, de lazer e entretenimento dos seus utilizadores. Os ambientes de interacção criados pelos Teatros Sociais têm como objectivo a socialização dos cidadãos, o que se reflecte numa tentativa de aproximação dos seus espaços a ambientes reais de interacção social. Em certa medida, os Teatros Sociais podem ser considerados ambientes de realidade aumentada, no sentido de “transportarem”

para ambientes virtuais de interacção situações do dia-a-dia dos seus utilizadores. Apesar do modelo dos Teatros Sociais ter em consideração características específicas deste domínio de aplicação, o modelo não impõe qualquer restrição em termos de aplicação a outros domínios.

Participação, identidade e confiança

A identidade dos utilizadores nos Teatros Sociais enquadra-se com a perspectiva de realidade que é reflectida pelo seu domínio de aplicação. Neste contexto, a identidade definida para os participantes nos espaços de interacção dos Teatros Sociais tem como base a sua identidade no mundo real. Assim, o modelo dos Teatros Sociais define um conjunto de características da identidade real dos utilizadores que caracterizam a sua identidade virtual incluindo, entre outras características, nome, morada, contactos, filiação, data de nascimento, nacionalidade, naturalidade, ocupações e hobbies. A identidade definida pelo modelo dos Teatros Sociais é válida para qualquer dos espaços de interacção integrantes do ambiente, sendo desta forma garantida a criação de uma identidade forte aos seus participantes e consequentemente um sentido de confiança elevado entre os utilizadores.

A identidade genérica definida pelo modelo dos Teatros Sociais agrupa um conjunto de características reais do utilizador que o identificam. Este conjunto de características é obrigatório, existindo conjuntos opcionais de características que podem ser requeridos e adicionados à sua caracterização em situações específicas, nomeadamente em espaços de interacção em que é requerido um maior grau de confiança por parte dos utilizadores.

A caracterização da identidade dos utilizadores dos Teatros Sociais é ainda complementada com a definição de grupos. A formação de grupos de utilizadores permite agrupar utilizadores que partilham características ou interesses comuns, contribuindo desta forma para uma mais fácil identificação e caracterização dos membros dos espaços de interacção. A caracterização dos grupos é efectuada com base nas características comuns aos seus membros, incluindo também uma identidade própria o que torna possível a coexistência de grupos com características similares.

Ao nível da participação, o modelo dos Teatros Sociais delega sobre cada espaço de

interacção a definição das políticas de admissão no espaço, sendo genericamente um espaço aberto a toda a população ao assumir-se como um ambiente de interacção global de socialização. A este nível, como será apresentado posteriormente, os Teatros Sociais, pretendem eliminar barreiras que tornem os seus espaços de interacção inacessíveis, na medida em que incluem propriedades de adaptação às capacidades físicas e lógicas dos seus utilizadores, privilegiando questões de acessibilidade e usabilidade dos espaços de interacção.

Comunicação

O modelo dos Teatros Sociais define uma plataforma para a comunicação entre os utilizadores que constitui a base de comunicação a ser usada pelos serviços de interacção do ambiente. Neste sentido, a plataforma de comunicação define o modo de distribuição das mensagens assim como o tipo e a forma de entrega.

A plataforma de comunicação dos Teatros Sociais tem como base a entrega indirecta das mensagens, implicando que todas as mensagens trocadas entre os utilizadores tenham que ser mediadas pela plataforma de comunicação. Desta forma, é garantido que podem ser aplicadas políticas de conteúdos às mensagens trocadas, assegurando a regulação do espaço. A aplicação de políticas de conteúdos nos ambientes de interacção torna-se pertinente quando avaliados fenómenos emergentes nos ambientes de interacção existentes actualmente, em que são levadas a cabo práticas ilícitas e ofensivas entre os utilizadores. Há no entanto que salientar que a aplicação de políticas de filtragem de conteúdos baseados em mecanismos de *gatekeeping* podem levantar questões relativamente às políticas de liberdade de expressão dos utilizadores no ambiente de interacção. Tal facto deve ser comunicado aos utilizadores através de uma definição clara das políticas de privacidade e segurança de cada Espaço Social, uma vez que tais mecanismos são transparentes aos utilizadores nas actividades de interacção. O modelo define a possibilidade de definição de tais mecanismos, cabendo a cada Espaço Social a decisão da sua implementação, bem como as políticas de filtragem a aplicar.

A inclusão de um mediador na distribuição das mensagens permite a gestão centralizada de mecanismos de distribuição e tipo de entrega das mensagens. O mediador

de comunicação permite a distribuição de mensagens de um para um, um para muitos e muitos para muitos, possibilitando a comunicação directa entre utilizadores, a comunicação entre um utilizador e um grupo de utilizadores dentro de um espaço de interacção, e a comunicação entre grupos de utilizadores. As mensagens podem ser entregues em tempo real ou de uma forma diferenciada, isto é, de uma forma síncrona ou assíncrona respectivamente. No caso da comunicação diferenciada cabe ao mediador reter as mensagens até que elas possam ser entregues ao destinatário.

Presença

O sentido de presença nos Teatros Sociais está directamente relacionado com os espaços de interacção existentes. Os utilizadores que populam um Teatro Social têm ao seu dispor ferramentas que lhes permitem navegar e explorar os espaços de interacção existentes, auferindo uma percepção de localização espacial no ambiente envolvente. Navegando no espaço global (Teatro Social) os utilizadores podem visualizar os espaços de interacção existentes, bem como os utilizadores que neles se encontram, tendo uma percepção física do ambiente virtual em que se encontram. Quando um utilizador entra num espaço de interacção específico, o seu sentido de presença e co-presença é aumentado. Por um lado o espaço virtual é limitado, restringindo-se ao *locus* virtual onde a acção decorre. Por outro, é conferido ao utilizador um papel, tendo a partir desse momento uma função específica a desempenhar nesse espaço em colaboração com os outros actores. Assim, o utilizador tem a percepção mais clara do ambiente envolvente limitando as manifestações comportamentais às definidas pelo seu papel e tendo a noção clara dos comportamentos que os outros utilizadores manifestam no ambiente, consoante os seus papéis.

A percepção de presença e co-presença nos Teatros Sociais é também condicionada pela interface com o utilizador. A interface com o utilizador garante a “imersão” do utilizador no ambiente transmitindo-lhe a sensação de presença e co-presença no ambiente.

Serviços de Interacção

A interacção nos Teatros Sociais tem lugar nos Espaços Sociais, cabendo no entanto

ao Teatro Social definir os serviços e ferramentas de interacção disponíveis para a construção destes espaços. Assim, o modelo dos Teatros Sociais define dois tipos de serviços de interacção que se distinguem pelo âmbito da aplicação:

- Serviços dos Teatros Sociais – conjunto de serviços comuns a todos os Espaços Sociais. Estes serviços têm um âmbito global, ou seja, ou são serviços que não possuem estado ou possuem um estado global, independente do Espaço Social a partir do qual é utilizado.
- Serviços dos Espaços Sociais – serviços específicos dos Espaços Sociais, que possuem um estado associado ao Espaço Social a partir do qual são utilizados.

O modelo define uma interface genérica para carregamento dinâmico de serviços de interacção que podem ser adicionados ao Teatro Social durante o seu ciclo de vida, flexibilizando a criação de Espaços Sociais. No entanto, para o funcionamento dos Teatros Sociais são necessários serviços mínimos que permitam a criação da generalidade dos Espaços Sociais. Neste sentido, é especificado pelo modelo um conjunto de serviços mínimos essenciais para a construção dos Espaços Sociais. Este conjunto de serviços, enquadrado nos serviços dos Espaços Sociais, é constituído por serviços de conversação, de partilha de objectos e de colaboração. Os serviços de conversação permitem a troca de mensagens entre os actores ou entre grupos de actores, garantindo a comunicação dentro de um Espaço Social. No que respeita os serviços de partilha de objectos, estes garantem a associação de objectos ou artefactos aos utilizadores no seio de um Espaço Social. Os serviços de colaboração permitem a criação de áreas de trabalho ou discussão partilhadas por vários actores num Espaço Social.

Interface com o utilizador

A interface com o utilizador tem a função principal de representar o ambiente ao utilizador. Tradicionalmente, como descrito anteriormente, os ambientes de interacção baseiam-se em ambientes texto, bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D). Com a evolução da Internet e das tecnologias associadas, a *World Wide Web* representa actualmente a plataforma base para o desenvolvimento de ambientes de interacção, incluindo tecnologia para a criação de ambientes equivalentes aos tradicionais. Neste

âmbito, o modelo dos Teatros Sociais elege a *World Wide Wide* como meio primário para a criação das interfaces com o utilizador, definindo interfaces que possibilitem a integração com este tipo de tecnologia.

O ambiente dos Teatros Sociais tem também em conta a ubiquidade de mecanismos e locais de acesso, uma vez que é crescente o aparecimento e utilização de novos dispositivos de acesso às tecnologias de informação e comunicação, como são exemplos telemóveis e assistentes digitais pessoais (*Personal Digital Assistants* - PDAs - na terminologia anglo-saxónica). É pois importante que os ambientes de interacção reflectam uma particular atenção às formas e mecanismos usados pelos utilizadores na interacção de forma a que os conteúdos e a própria interface de interacção seja adaptada a cada mecanismo tirando o melhor partido das suas funcionalidades e não restringindo o seu acesso ao ambiente. Nesta perspectiva o modelo dos Teatros Sociais define que as mensagens, em particular, o seu conteúdo deve ser adaptado mediante os requisitos dos dispositivos, ou seja, o utilizador não deve adaptar a sua forma de interacção ou dispositivo de interacção mediante o ambiente, mas sim o ambiente deve adaptar-se às características do utilizador. Um exemplo desta adaptação é o caso particular de uma mensagem trocada entre dois utilizadores cujo conteúdo é um vídeo. Caso o destinatário da mensagem esteja a utilizar um dispositivo que não tem capacidade para apresentar o vídeo, caberá ao Teatro Social detectar quais as capacidades do dispositivo e transformar o vídeo, por exemplo, numa sequência de imagens com som ou audio-descrição (texto). A aplicação da adaptação de conteúdos permite também incrementar a acessibilidade do ambiente, ou seja, permitir que pessoas com necessidades especiais interajam no ambiente sem qualquer limitação e de uma forma transparente. Este facto é notório se tomarmos como exemplo a troca de mensagens de texto entre dois utilizadores, sendo um deles invisual. O Teatro Social tem como função, por exemplo, efectuar a transformação da mensagem de texto numa mensagem áudio e vice-versa de forma a que o utilizador invisual possa interagir no ambiente.

Sumariamente, o modelo dos Teatros Sociais define que as interfaces com o utilizador devem ser desenvolvidas sobre a plataforma Web, sendo o sistema responsável pela adaptação de conteúdos às capacidades dos dispositivos dos utilizadores usados para

o acesso ao ambiente de interacção. No entanto o modelo é aberto relativamente à forma como as interfaces são implementadas, isto é, não existe qualquer restrição que obrigue a implementação de interfaces tridimensionais complexas com grande envolvimento dos utilizadores, ou interfaces simples baseadas em texto.

4.3.2 Usabilidade

O desenho da usabilidade é um dos princípios de desenvolvimento de comunidades virtuais [162] e tem como principais considerações os métodos de registo dos utilizadores relacionando-se com a sua representação no ambiente de interacção, a navegação e exploração do espaço, os serviços e ferramentas de interacção disponibilizadas e os arquivos ou histórico do ambiente. Os Teatros Sociais não têm como objectivo serem ambientes de suporte a comunidades virtuais, partilhando, no entanto, alguns dos princípios do modelo que está na base deste tipo de ambientes, dado que, em ambos, o elemento central são os utilizadores e a satisfação das suas necessidades. Neste sentido, as considerações reflectidas no desenho da usabilidade das comunidades virtuais reflectem-se no modelo dos Teatros Sociais, nomeadamente no que se refere às características supracitadas.

O registo de utilizadores nos Teatros Sociais é efectuado por um serviço de registo ao qual os utilizadores têm acesso através da interface com o utilizador. Este registo contempla o preenchimento de um formulário com os dados necessários à caracterização da identidade do utilizador no ambiente virtual, e que devem estar de acordo com a sua identidade no mundo real. O serviço de registo não contempla mecanismos de validação da identidade, ou seja, a veracidade dos dados fornecidos no acto do registo não requer a validação ou confirmação da sua veracidade. Como descrito anteriormente, a identidade do utilizador compreende um conjunto de características que identificam o utilizador e que lhe permitem aceder à maioria dos espaços de interacção do Teatro Social. No entanto a identidade pode ser complementada com um conjunto de “módulos” opcionais, que podem ser necessários em certos espaços de interacção. Desta forma é possível definir dinamicamente mecanismos de certificação e confiança que permitam a validação e confirmação dos dados do utilizador

mediante a sua identidade real, incluindo no perfil do utilizador um módulo de confiança que autentica os dados nele constantes. Esta perspectiva pode ser explorada de forma a garantir um acréscimo de confiança entre os utilizadores e nos próprios espaços de interacção.

Outro dos aspectos importantes ao nível da usabilidade dos ambientes de interacção são as capacidades de navegação e exploração disponibilizadas aos utilizadores. O modelo dos Teatros Sociais define a este nível dois serviços que permitem aos utilizadores explorar e navegar nos espaços de interacção existentes: os serviços de navegação e exploração. Os serviços de navegação e exploração estão directamente relacionados com o sentido de presença no espaço, garantindo aos utilizadores a imersão no ambiente, isto é, criam a percepção de envolvimento no ambiente, contextualizando os utilizadores no espaço circundante. Com base nestes serviços é possível aos utilizadores conhecerem os espaços de interacção existentes, podendo obter informação sobre a interacção em curso, bem como dos actores envolvidos. Estes serviços baseiam-se na meta-informação associada aos espaços de interacção, que permitem a pesquisa e obtenção de informação sobre cada Espaço Social integrante do meta-ambiente do Teatro Social.

As actividades de interacção dos vários Espaços Sociais são guardadas num histórico do Teatro Social que mantém as principais actividades que tiveram lugar no ambiente. O serviço de histórico do Teatro Social é um serviço especial que actua sobre todos os Espaços Sociais, guardando num arquivo as principais actividades que têm lugar no ambiente. Com base neste serviço, os utilizadores podem consultar o que se passou no Teatro Social, quais os factos históricos que tiveram lugar naquele ambiente, bem como consultar informação sobre os comportamentos dos utilizadores nos Espaços Sociais. O histórico do Teatro Social assume grande importância para o ambiente de interacção, uma vez que constitui uma ferramenta que contribui directamente para o incremento da confiança no espaço virtual, bem como nos seus utilizadores. Por outro lado, permite aos novos utilizadores do Teatro Social conhecerem os principais factos do ambiente e informarem-se sobre os comportamentos comuns dos seus utilizadores. Finalmente, ao nível da optimização da interacção, o

histórico possibilita a criação de estatísticas de interacção e a sua análise poderá contribuir para melhorar o desenho de novos ambientes ou a adaptação dos existentes de forma a colmatar as necessidades reveladas pelos utilizadores na interacção.

4.3.3 Espaços Sociais

O Teatro Social é um ambiente em que diversos espaços de interacção virtual podem coexistir, regendo-se por um modelo de interacção comum. É neste contexto que surge associado à definição de Teatro Social o conceito de Espaço Social, como sendo os espaços de interacção virtual que se integram num Teatro Social.

Os Espaços Sociais são os espaços do ambiente virtual onde os utilizadores interagem entre si, com um objectivo comum definido pelo Espaço Social.

Metaforicamente estes espaços são vistos como os palcos do teatro virtual, onde decorre a “representação social” sendo o objectivo do Espaço Social a “peça em cena”. Ao subirem ao “palco” virtual os utilizadores “transfiguram-se” em actores, assumindo um papel na “peça social” em cena. Em palco, os actores representam a peça social, interagindo entre si segundo o guião da peça.

A metáfora do teatro é a base de funcionamento dos Espaços Sociais. Similarmente ao teatro, nos Teatros Sociais o elemento central da interacção é o palco, neste caso, os Espaços Sociais. Neste sentido, os Espaços Social são os ambientes de interacção, nos quais os utilizadores ao acederem assumem um papel definido pelo Espaço Social, ao qual corresponde um conjunto de acções a serem desempenhadas pelo actor no espaço, conjunto esse organizado pelo fluxo de interacção e regulado segundo regras de interacção.

Na perspectiva funcional, os Espaços Sociais são estruturas criadas com base na composição de serviços de interacção e organizados segundo um fluxo de interacção que coordena e define as actividades dos actores no espaço de interacção. A execução das actividades de interacção num Espaço Social é regulada segundo o modelo de regulação dos Teatros Sociais que tem por base os actores, o fluxo de interacção do Espaço Social e as regras definidas para o Espaço Social.

Os Espaços Sociais são ambientes que são criados dinamicamente mediante o seu meta-modelo. A criação dos Espaços Sociais funciona similarmente à criação de

objectos no modelo de programação orientada a objectos, constituindo o Espaço Social a instância criada e o seu meta-modelo a classe.

O meta-modelo dos Espaços Sociais baseia-se num conjunto de propriedades do Espaço Social e em três estruturas que servem de base à sua definição, bem como ao modelo de regulação dos Teatros Sociais. São elas: os papéis, o fluxo de interação e as regras (Figura 4.7). Seguidamente são apresentadas detalhadamente estas estruturas.



Figura 4.7 – Estrutura dos Espaços Sociais

Papéis

Os papéis definem a função que é desempenhada por um utilizador num Espaço Social. Definindo claramente o papel desempenhado por um utilizador num ambiente de interacção virtual, este conhece, à partida, qual deve ser o seu comportamento nesse ambiente, bem como quais as acções nas quais deve participar.

A associação entre um papel e um utilizador é definida no contexto de um Espaço Social como um actor. Os actores são entidades com a capacidade de interagir num Espaço Social. Esta associação é efectuada no momento em que um utilizador entra num Espaço Social. Ao entrar num Espaço Social, um utilizador escolhe explicitamente qual o papel que pretende desempenhar nesse ambiente. A escolha do papel é feita mediante a disponibilidade de papéis no Espaço Social, bem como um conjunto de condicionantes que podem impedir o utilizador de desempenhar esse papel, nomeadamente, a forma de atribuição do papel, as capacidades de hardware e software ao dispor do utilizador no momento em que inicia a interacção e a própria identidade do utilizador. De uma forma implícita, o Espaço Social infere o conhecimento sobre o utilizador e as condicionantes que determinam a atribuição de um

papel apresentando as opções válidas, das quais o utilizador escolhe a que mais lhe convém. Mediante o modo de funcionamento do papel, bem como a sua obrigatoriedade, um utilizador poderá mudar de papel durante a interacção. No entanto, a troca de papéis só é permitida caso o papel que o utilizador está a desempenhar na interacção defina sub-papéis para os quais o utilizador pode permutar.

Característica	Descrição	Valores possíveis
Identificador	Identificador do papel	número inteiro
Nome	Nome do papel	nome (texto)
Aplicação	Aplicação do papel durante a interacção no Espaço Social	único / múltiplo
Modo	Modo de atribuição do papel	fixo / dinâmico
Mínimo	Número mínimo de instâncias	número inteiro
Máximo	Número máximo de instâncias	número inteiro
Mandatário	Papel obrigatório no Espaço Social	verdadeiro / falso
Atribuição	Quando o papel é atribuído ao utilizador	instanciação / em tempo de execução
Sub-papéis	Referências a sub-papéis do papel	lista de nomes dos sub-papéis

Tabela 4.1 – Características dos papéis dos Espaços Sociais

Os papéis não são simples etiquetas, que associadas aos utilizadores, definem entidades de interacção dos Espaços Sociais. Os papéis são componentes estruturantes dos Espaços Sociais, que além da sua identificação possuem um conjunto de características e regras de aplicabilidade e elegibilidade. Assim, a definição de um papel passa por definir primariamente a sua identificação através do seu nome. Esta informação é complementada com um conjunto de características de define o *modus operandis* do papel, incluindo: o número mínimo e máximo de atribuições dos papéis disponíveis no Espaço Social; a forma de atribuição, ou seja, se o papel é atribuído quando o Espaço Social é instanciado ou em tempo de execução; a obrigatoriedade do papel no Espaço Social a que se aplica; o modo de funcionamento, isto é, se o papel pode ser atribuído várias vezes durante a interacção ou somente uma vez; e os sub papéis associados ao papel, que permitem a comutação de papéis durante a interacção. As características dos papéis, o seu significado e possíveis valores são

apresentados na Tabela 4.1.

De forma a regular a interacção social no Espaço Social, os papéis são referenciados pelas regras, definindo quais as acções que um utilizador pode executar numa determinada acção do fluxo de interacção.

Fluxo de Interacção

Os Espaços Sociais são os ambientes nos Teatros Sociais onde decorre a interacção entre os utilizadores sendo regidos por um objectivo partilhado pelos seus utilizadores. As acções de interacção entre os utilizadores do Espaço Social são orientadas à prossecução do objectivo comum, necessitando para tal de serem organizadas de forma a que esse objectivo seja atingido. A organização dessas acções é efectuada com base no fluxo de interacção que actua de forma similar ao fluxo de trabalho (*workflow*) utilizado na área de de trabalho cooperativo suportado por computador, em particular nas ferramentas de *groupware*, encadeando as acções a desempenhar por cada actor. Assim, o fluxo de interacção garante a organização e coordenação das acções de interacção nos Espaços Sociais assegurando inerentemente o cumprimento dos seus objectivos de interacção.

O fluxo de interacção de um Espaço Social é definido por um conjunto de acções, um conjunto de transições e um conjunto opcional de propriedades do fluxo de interacção. As acções definem as tarefas de interacção que podem ser executadas pelos actores. Uma tarefa de interacção pode ser uma simples manipulação das propriedades do fluxo de interacção ou a execução de uma operação de um serviço de interacção, como por exemplo o envio de uma mensagem para todos os actores do Espaço Social. Uma transição é uma relação entre acções, regida por uma condição de transição. As transições podem ser definidas segundo padrões como proposto por Aalst [194].

Para ilustrar o conceito de fluxo de interacção consideremos como exemplo uma conferência de imprensa. Nesta situação há primeiramente uma declaração, apresentando o motivo da conferência de imprensa, seguida de uma sessão de questões. Podemos, num ambiente simplificado, identificar três acções nesta situação: “fazer uma declaração”; “pôr uma questão”; “responder à questão”. Caso não haja

uma ordem nestas acções, a acção “responder à questão” pode ser efectuada antes de ser colocada a questão. O fluxo de interacção organiza a execução das acções, definindo transições entre elas. A primeira acção que pode ser executada é “fazer uma declaração”, que deve ser seguida pela acção “pôr uma questão” e “responder à questão”. Poderia também haver uma transição entre “responder à questão” e “pôr uma questão” sob a condição “há mais questões?”. Em conclusão, para além de organizar as acções de interacção, o fluxo de interacção também clarifica o actor quanto à ordem da interacção. Na metáfora do teatro o fluxo de interacção é equivalente ao guião que é seguido pelos actores em cena.

No sentido de regular a interacção, antes de uma acção ser executada no fluxo de interacção, tem que ser previamente validada segundo as regras do Espaço Social.

Regras

As regras são os protocolos definidos pelos Espaços Sociais que garantem a regulação da interacção nos Espaços Sociais. Uma regra é genericamente definida como uma expressão lógica que combina informação sobre a estrutura do Espaço Social e o seu estado de execução, definindo se uma acção pode ser executada num determinado estado.

A regulação de um Espaço Social implica a definição de protocolos para as acções de interacção possíveis no Espaço Social. Primariamente, as actividades de interacção possíveis no Espaço Social são definidas pelo fluxo de interacção que coordena as actividades comuns dos actores no espaço de forma a ser atingido o objectivo definido. Mediante a flexibilidade definida para o Espaço Social, os actores podem interagir paralelamente à actividade comum, ou seja, utilizar os serviços de interacção disponibilizados pelo Teatro Social de forma a interagirem com os outros utilizadores sem que tais serviços estejam incluídos no fluxo de interacção do Espaço Social. Os protocolos de regulação, ou seja, as regras do Espaço Social reflectem este facto, diferenciando-se entre as regras aplicáveis às actividades definidas no fluxo de interacção, e aplicáveis ao acesso a serviços de interacção e de sistema por parte dos utilizadores ou actores do Teatro Social.

Neste âmbito, as regras do Espaço Social estão organizadas hierarquicamente, sendo

definidos pelo modelo dos Teatros Sociais dois tipos de regras:

- Regras funcionais ou regras de interacção
- Regras organizacionais ou regras de coordenação

As regras funcionais ou regras de interacção são definidas como regras aplicáveis às acções definidas no fluxo de interacção. Estas regras são avaliadas sempre que há uma tentativa de execução de uma actividade de uma acção definida no fluxo de interacção do Espaço Social. Assim, as regras de interacção dependem de informação sobre o estado do fluxo de interacção, a actividade que está a ser executada, os actores presentes no Espaço Social, o actor que desencadeou a acção e informação associada à acção, nomeadamente os conteúdos trocados no âmbito da sua execução. Com base nesta informação a regra define a exequibilidade da acção.

As regras organizacionais ou regras de coordenação actuam sobre o acesso a serviços de interacção fora do âmbito das acções de interacção ou a serviços do sistema como é exemplo o serviço de acesso a uma instância de um Espaço Social. Deste modo, as regras de coordenação definem a possibilidade de execução de serviços paralelamente à acção principal definida pelo fluxo de interacção do Espaço Social, bem como no contexto global do Teatro Social. Estas regras, tal como as regras funcionais dependem do contexto de execução da acção, sendo neste caso também necessária informação sobre o serviço de interacção ou de sistema que o actor ou utilizador pretende executar.

Estruturalmente, as regras de interacção e as regras de coordenação têm um corpo comum que define a informação de contextualização da acção. Esta informação inclui o estado do fluxo de interacção ao qual se aplica a regra, o actor ou actores que se encontram no Espaço Social, os papéis aos quais a regra se aplica e informação sobre os conteúdos que podem e/ou não podem ser trocados durante a interacção. A esta informação base, as regras de interacção adicionam informação sobre as acções que podem ser executadas no contexto. Por seu lado, as regras de coordenação definem os serviços e respectivas operações que podem ser utilizadas.

A regulação da interacção é o objectivo principal das regras dos Espaços Sociais. No entanto, como aliás já salientado, a regulação de um ambiente de interacção depende das necessidades dos utilizadores e deve ir ao encontro dessas necessidades.

Pela própria natureza humana, as necessidades dos utilizadores alteram-se, devendo os mecanismos de suporte à regulação suportar essa evolução. Neste sentido, as regras dos Espaços Sociais são adaptáveis em tempo de execução. A modificação das regras durante a execução pode conduzir a potenciais conflitos que devem ser previstos no sentido de preservar a consistência do Espaço Social [200]. No sentido de resolver conflitos entre as regras é atribuída a cada regra uma prioridade, que define o seu grau de aplicabilidade. No caso de conflito entre regras com o mesmo nível de prioridade prevalecem as regras mais recentes. Existe no entanto a necessidade de garantir que algumas regras estruturantes para o Espaço Social não sejam adaptadas. Estas regras são definidas como leis do Espaço Social e o seu nível de prioridade não permite que sejam adaptadas ou removidas durante a interacção.

4.3.4 Ciclo de vida dos Espaços Sociais

Um Espaço Social é um ambiente que é criado dinamicamente com base na sua especificação de papéis, regras e fluxo de interacção. Antes de um Espaço Social ser criado existe uma fase de pré-criação em que são definidos todos os seus componentes. À semelhança do desenvolvimento de comunidades virtuais esta fase define o sucesso ou insucesso do Espaço Social, sendo necessário que o processo de definição dos componentes do Espaço Social se centre nas necessidades dos seus utilizadores. Assim, com base nas necessidades dos utilizadores é criado o fluxo de interacção do Espaço Social que deve ser flexível. A definição de um fluxo de interacção de uma forma rígida introduz um problema muitas vezes associado aos sistemas de *workflow*: a sensação de vigilância e rigidez que gera um decréscimo na confiança dos participantes e um desinteresse na sua participação. Neste âmbito, os fluxos de interacção dos Espaços Sociais devem ser especificados de uma forma flexível definindo um conjunto de acções possíveis e a sua organização, delegando restrições à sua execução sobre as regras de interacção. As regras de interacção podem ser vistas como a concretização do plano de sociabilização para o Espaço Social.

A criação de um Espaço Social, em particular de uma instância do Espaço Social, é o primeiro estágio do ciclo de vida do Espaço Social. Nesta fase são criadas todas as estruturas necessárias ao funcionamento do Espaço Social e registados os

factos sobre o Espaço Social na base de conhecimento do Teatro Social. O estágio seguinte é a interacção em que se desenrola a acção do Espaço Social, seguindo o definido pelo fluxo de interacção. Durante esta fase o Espaço Social pode ficar num estado de suspensão caso não se reünam as condições necessárias e suficientes ao seu funcionamento, nomeadamente a não existência de actores ou a ausência de actores que desempenhem papéis vitais para a interacção no Espaço Social. O ciclo de vida do Espaço Social retorna à fase de interacção caso se restabeleçam as condições necessárias ao seu funcionamento. Caso contrário, o ciclo de vida do Espaço Social entra na sua última fase. A última fase do ciclo de vida do Espaço Social é também atingida quando o fluxo de interacção transita para o último estado, tendo sido cumpridos os objectivos do Espaço Social. Nesta fase a instância do Espaço Social é destruída.

O ciclo de vida de um Espaço Social é ilustrado na Figura 4.8.

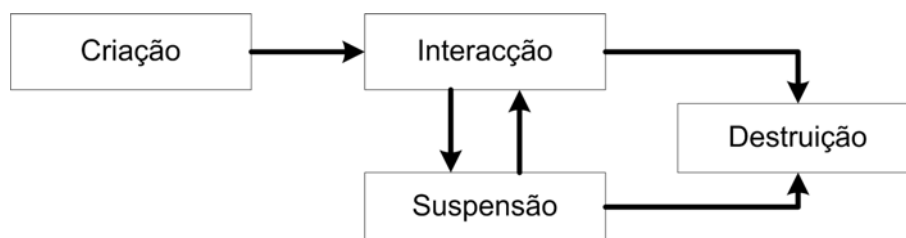


Figura 4.8 – Ciclo de vida dos Espaços Sociais

4.3.5 Modelo de regulação de interacção social

A metáfora do teatro é a base do conceito dos Teatros Sociais, na medida em que fundamenta o seu principal objectivo: a regulação da interacção social nos Espaços Sociais. Assim, o modelo de regulação de interacção social dos Teatros Sociais reside na aplicação da metáfora teatral a ambientes de interacção, com base nos seus princípios fundamentais: papéis, fluxo de interacção e regras.

O modelo de regulação definido pelo modelo dos Teatros Sociais regula a interacção em todos os Espaços Sociais sob a sua égide. Consequentemente, a consistência do Teatro Social depende da garantia da aplicação do modelo de regulação definido a todos os Espaços Sociais.

A consistência do modelo é garantida por um lado pela especificação da estrutura dos Espaços Sociais, que define claramente os componentes do espaço e assegura que as acções de interacção são coordenadas pelo fluxo de interacção. No entanto esta estrutura garante somente que as acções são coordenadas e não reguladas, ou seja, assegura que as acções de interacção para a prossecução dos objectivos do Espaço Social são executadas segundo a ordem definida pela especificação do ambiente.

Neste contexto, o modelo define uma entidade que actua independentemente dos Espaços Sociais e tem como objectivo principal garantir que os Espaços Sociais criados são regulados e que o modelo de regulação é aplicado: o regulador. O regulador tem como principal função validar a execução de todas as acções nos Espaços Sociais com base nas regras definidas para cada instância de Espaço Social. Associado ao regulador, o modelo define uma base de conhecimento, em que são guardados todos os factos relativos às instâncias activas dos Espaços Sociais.

O processo de regulação tem início quando é criada uma instância de um Espaço Social. Nesse momento são registados os factos relativos à instância na base de conhecimento, nomeadamente, as acções definidas pelo fluxo de interacção, os papéis, os actores associados à criação do espaço e as regras funcionais e operacionais. Nesta fase, a actuação do regulador reside na validação da consistência da instância criada, nomeadamente as atribuições de papéis na instanciação aos participantes e a consistência das regras do Espaço Social mediante o fluxo de interacção e os serviços de interacção disponíveis no Teatro Social.

Durante a fase de interacção do ciclo de vida do Espaço Social a execução de uma acção implica uma validação por parte do regulador (Figura 4.9). O regulador actua com base no conhecimento do Espaço Social inferindo a validade da execução da acção. Paralelamente, o regulador regista na base de conhecimento a validação efectuada, bem como o seu resultado.

A atribuição dinâmica de papéis aos utilizadores que demonstrem interesse em entrar no Espaço Social requer também a actuação do regulador, nomeadamente na validação das atribuições com base nas regras operacionais do Espaço Social. Da mesma forma, é avaliada a saída de actores do Espaço Social podendo tal facto levar

à suspensão do espaço até que se reunam condições para o seu normal funcionamento. A atribuição de papéis e a entrada e saída de actores do Espaço Social são dois casos particulares de utilização de serviços do Teatro Social que são reguladas. O comportamento do modelo de regulação dos Teatros Sociais é similar para a invocação de outros serviços do Teatro Social, quer serviços de sistema quer serviços de interacção não associados a acções do fluxo de interacção. A validação do acesso a estes serviços é efectuada com base nas regras organizacionais que são avaliadas pelo regulador quando é requerido, por um utilizador ou actor, o acesso a um serviço.

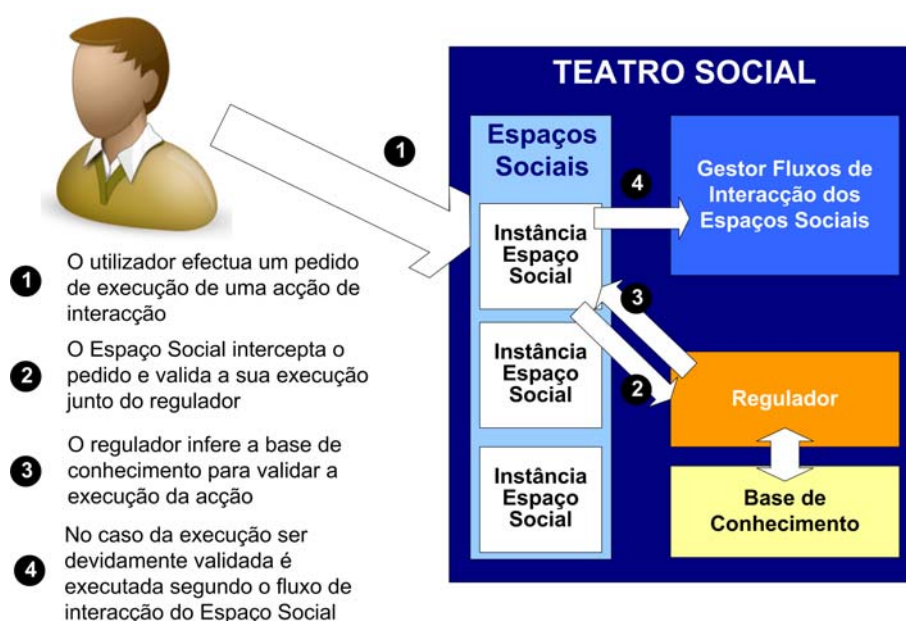


Figura 4.9 – Regulação da execução de uma acção de interacção segundo o modelo de regulação de interacção social dos Teatros Sociais

4.3.6 Evolução dinâmica dos Espaços Sociais

Os Teatros Sociais reflectem a natureza dinâmica dos seus utilizadores, adaptando os Espaços Sociais às suas necessidades e permitindo a criação dinâmica de novos espaços mediante as necessidades manifestadas por eles.

A adaptação dos Espaços Sociais às necessidades dos utilizadores está directamente relacionada com a capacidade de adaptação e definição dinâmica das regras do

Espaço Social. Além disto, esta adaptação está dependente da flexibilidade do fluxo de interacção do espaço, como anteriormente referido. Neste âmbito, a adaptação das regras de um Espaço Social pode ser efectuada a dois níveis: ao nível da definição do Espaço Social, alterando a meta-estrutura do espaço e influenciando todas as instâncias criadas a partir desse momento; ou ao nível da instância, reflectindo-se as alterações somente ao nível da instância onde são operadas as adaptações. De forma a suportar a adaptação dinâmica das regras, o Teatro Social fornece mecanismos de criação e remoção de novas regras nas instâncias dos Espaços Sociais, suportadas pelo regulador.

O processo de adaptação requer também a validação por parte do regulador dos Teatros Sociais, uma vez que a definição de novas regras ou a sua remoção deve respeitar as leis do Espaço Social, ou seja, as regras base da interacção no ambiente. Por outro lado, os Teatros Sociais baseiam-se num meta-modelo para a definição dos Espaços Sociais, o que permite a definição e criação em tempo de execução de novos espaços com base na sua meta-informação. O meta-modelo dos Espaços Sociais reflecte a sua estrutura, ou seja, papéis, regras e fluxo de interacção que são definidos numa linguagem própria de descrição do espaço de interacção capaz de ser interpretada pelo Teatro Social de forma a garantir a sua criação dinâmica. Desta forma é possível aos utilizadores de um Teatro Social criarem os seus próprios espaços de interacção adaptados às suas necessidades.



ASTeaS: uma arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais

«Life is a distributed object system. However, communication among humans is a distributed hypermedia system, where the mind's intellect, voice+gestures, eyes+ears, and imagination are all components.» – Roy T. Fielding, 1998.

Neste capítulo é apresentada uma arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais (ASTeaS¹) que foi implementada para permitir a validação do modelo dos Teatros Sociais. O capítulo apresenta diversas vistas da arquitectura implementada, tendo como ponto de partida uma vista global do sistema. São ainda descritas e discutidas as principais opções de implementação dos componentes estruturais da arquitectura.

¹ASTeaS é a sigla para **A**rquitectura de **S**oftware de suporte ao modelo dos **T**eatros **S**ociais. O termo Asteas tem também uma grande relação com o teatro. Asteas é o nome de um dos poucos pintores da antiga Grécia conhecidos (a sua actividade desenvolveu-se entre os anos 350 e 320 a.C.) cuja obra engloba maioritariamente pinturas em cerâmica de cenas mitológicas e do teatro. A sua pátria natal, a antiga Grécia é também a “pátria” do teatro. As origens do teatro remontam ao século VI a.C. em Atenas na antiga Grécia, com representações em honra do deus Dionísios.

5.1 Introdução

O modelo dos Teatros Sociais apresentado no Capítulo 4 define um modelo baseado na metáfora teatral aplicável a ambientes virtuais de interacção social, promovendo características de sociabilização e usabilidade. O domínio de aplicação destes ambientes de interacção social regulada centra-se nas actividades quotidianas, podendo no entanto ser expandido a outros domínios de aplicação. No sentido de validar o modelo proposto foi desenvolvida uma arquitectura de software que implementa o modelo dos Teatros Sociais: a ASTeaS. A arquitectura desenvolvida serve de base à implementação de casos de estudo e realização de experiências com utilizadores reais apresentados no Capítulo 6

O principal objectivo da criação da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais é a criação de uma infra-estrutura que implemente o modelo dos Teatros Sociais, nomeadamente a criação e alteração dinâmica dos espaços de interacção regulada. Deste modo, a arquitectura deve assegurar:

- a regulação da interacção nos Espaços Sociais com base em regras adaptáveis em tempo de execução;
- a criação dinâmica de Espaços Sociais de uma forma simples, acessível aos utilizadores, tendo como base a descrição dos componentes fundamentais do ambiente: regras, papéis e fluxo de interacção;
- a capacidade de adaptação de conteúdos às características dos vários dispositivos de interacção utilizados, bem como a acessibilidade do ambiente.

Neste capítulo é apresentada a arquitectura desenvolvida, segundo várias vistas que apresentam diversos níveis de detalhe do sistema. As vista arquitecturais [60] representam uma forma de documentação arquitectural que vai de encontro às necessidades dos seus destinatários, apresentando diversos níveis de detalhe adaptados às necessidades de cada qual. Desta forma é assegurada uma abordagem *top-down* da arquitectura, começando por incidir sobre o sistema em geral e detalhando cada um dos componentes até à sua implementação.

A documentação da ASTeaS começa por apresentar uma vista global do sistema, evidenciando os principais componentes da arquitectura. Posteriormente cada um

dos componentes é descrito em dois níveis de detalhe: um nível lógico, que apresenta genericamente as funcionalidades do componente; e um nível de implementação detalhando os pormenores de implementação do componente.

Ao nível da implementação da arquitectura, foi utilizada a linguagem JavaTM no desenvolvimento da maioria dos componentes, dado que é uma linguagem orientada a objectos, com uma boa capacidade sintáctica e semântica, incluindo diversas interfaces aplicacionais de programação adaptadas às necessidades do desenvolvimento. Neste contexto são de salientar as características de reflexão da linguagem que facilitam a implementação de mecanismos dinâmicos, a capacidade de ligação a sistemas de gestão de bases de dados e as interfaces aplicacionais de programação para comunicação em rede. Merecem também particular relevo os mecanismos de eventos e tratamento de excepções desta linguagem.

5.2 Vista global da arquitectura

A arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais desenvolvida tem por base a arquitectura física apresentada na Figura 5.1. Do ponto de vista cliente-servidor, a arquitectura é representada por dois grandes blocos interligados por uma rede de computadores, neste caso concreto a Internet.

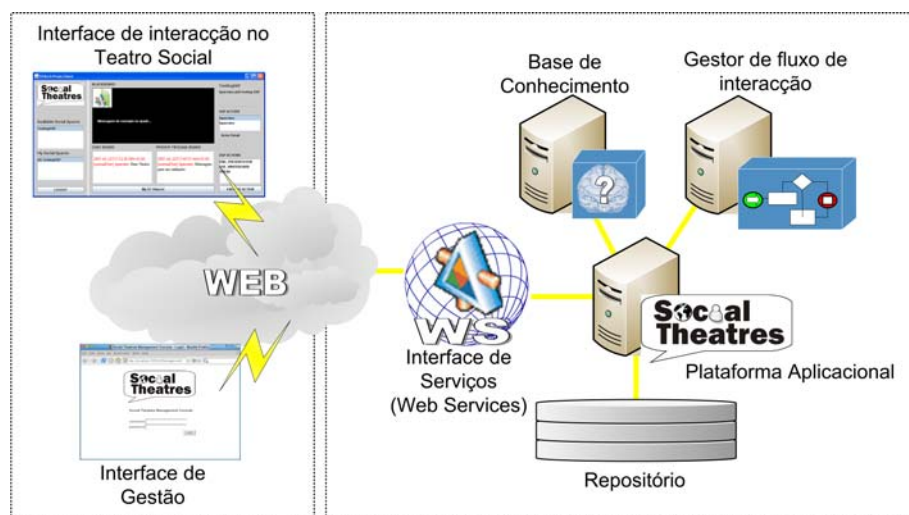


Figura 5.1 – Vista global da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais (ASTeaS)

O bloco cliente é constituído por: “*interfaces de interacção no Teatro Social*”, que asseguram o acesso e participação dos utilizadores ao ambiente de interacção social; e uma “*interface de gestão*” da arquitectura, através da qual são efectuadas as operações de administração do sistema. A plataforma dos Teatros Sociais (“*Plataforma Aplicacional*”) é o componente central do bloco servidor, estando conectado à “*base de conhecimento*”, ao “*gestor do fluxo de interacção*” e ao “*repositório*”. Por outro lado, o acesso a este componente é garantido pela interface Web de serviços aplicacionais. Cada um destes componentes representa um papel relativo aos objectivos apresentados para a arquitectura, como é descrito de seguida.

Um dos requisitos do modelo dos Teatros Sociais recai sobre a independência ao nível da interface com o utilizador, definindo o modelo que pode ser aplicado independentemente da camada de interface com o utilizador. Esta independência deriva directamente da aplicação dos modelos de referência para ambientes de interacção que determinam que os ambientes devem ser modulares, baseados no estilo arquitectural do sistema por camadas, garantindo que a interface com cada utilizador é adaptada às características dos dispositivos usados para aceder ao ambiente de interacção.

Por outro lado, os ambientes de interacção são ambientes multi-utilizador que permitem a interacção entre pessoas fisicamente distantes, baseando-se para tal na mediação dos computadores interligados por uma rede. A Internet é uma rede global que permite a interconectividade entre computadores de todo o mundo, assumindo-se como um meio de excelência para o suporte à criação de ambientes de interacção, uma vez que permite a interconectividade global. Como anteriormente apresentado, os serviços disponibilizados na Internet seguem a tendência de se centralizarem na *World Wide Web*, que confere uma camada protocolar comum a um vasto conjunto de serviços disponibilizados na rede global, incluindo serviços informativos, de troca e partilha de ficheiros e de interacção. Deste modo, a *World Wide Web* apresenta-se como o meio de eleição para o suporte ao desenvolvimento de ambientes de interacção na Internet.

Pelas razões apresentadas, a independência ao nível da interface e a utilização da

Web como meio de comunicação representam dois requisitos da arquitectura de suporte aos Teatros Sociais. No sentido de satisfazer estes requisitos, a arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais apresenta uma interface Web de serviços aplicativos que permitem o acesso a todas as funções do componente servidor a partir de um conjunto de *Web Services*. Os *Web Services* apresentam-se como a solução mais adequada, uma vez que permitem a criação de uma interface Web independente do tipo de tecnologia cliente utilizada. Esta tecnologia apresenta como vantagens a utilização de protocolos standard de comunicação e representação dos dados e o encapsulamento dos serviços, garantindo a sua independência e reutilização.

O modelo dos Teatros Sociais e toda a lógica aplicacional implícita à sua implementação é incluída no bloco central do componente servidor: a plataforma dos Teatros Sociais. De entre as funções principais da plataforma dos Teatros Sociais destacam-se a criação dinâmica e gestão de Espaços Sociais, a regulação da interacção social e a adaptação de conteúdos. Para tal, este bloco estrutural é suportado pelo repositório, pelo gestor do fluxo de interacção e pela base de conhecimento.

A base de conhecimento é um componente essencial ao funcionamento do modelo de regulação dos Teatros Sociais tendo como principal função manter o conhecimento sobre os Espaços Sociais existentes e apoiar a validação das acções de interacção com base nas regras definidas.

A coordenação das actividades de interacção de um Espaço Social fica a cargo do gestor fluxo de interacção cuja operação é similar a um sistema de sistema de *workflow*. Como anteriormente referido, os sistemas de *workflow* permitem a coordenação de processos de trabalho em ambientes de trabalho cooperativo suportado por computador. O núcleo destes sistemas é constituído por um motor de *workflow* que gere a execução dos processos de trabalho. O papel do gestor do fluxo de interacção é em tudo similar ao do gestor de *workflow*, permitindo a gestão dos fluxos de interacção dos Espaços Sociais. Por seu lado, existe alguma similaridade entre a descrição dos fluxos de interacção e as linguagens de especificação de processos de trabalho (*workflows*) como será descrito posteriormente neste capítulo.

Por fim, o repositório garante a persistência dos dados necessários ao funcionamento da plataforma dos Teatros Sociais, nomeadamente dados e meta-dados dos Espaços

Sociais, informação dos utilizadores e informação sobre os serviços disponíveis. Este componente assegura que os dados se encontram no formato standard definido pela plataforma, bem como garante a consistência das suas dependências.

Esta arquitectura física garante aos utilizadores um conjunto de funcionalidades que são avaliadas na secção seguinte.

5.3 Vista funcional da arquitectura

A vista funcional apresenta as funcionalidades do sistema do ponto de vista dos seus utilizadores. Esta perspectiva refina a análise de requisitos funcionais do sistema, definindo os principais actores do sistema e associando-lhes as respectivas funções. Neste âmbito, esta vista representa uma análise de alto nível do sistema que identifica quais os utilizadores dos Teatros Sociais, definindo quais as suas expectativas relativamente ao ambiente de interacção, ou seja, de uma forma genérica, quais as funções que pretendem executar no sistema.

Neste sentido, a definição da vista funcional da arquitectura passa primariamente pela identificação dos principais intervenientes no sistema. Na arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais foram identificados quatro actores externos:

- População
- Utilizadores dos Teatros Sociais
- Actores dos Espaços Sociais
- Administradores do sistema

O actor população representa todos os utilizadores do Teatro Social que não têm uma identidade criada no sistema, ou seja, são desconhecidos no ambiente de interacção dos Teatros Sociais. No sistema, estes utilizadores têm a possibilidade de obter informação sobre o âmbito do ambiente, criar a sua identidade e proceder à sua autenticação no sistema.

Os utilizadores dos Teatros Sociais são participantes no ambiente de interacção, devidamente autenticados, aos quais está associada uma identidade no Teatro Social. Este actor não se encontra a interagir num Espaço Social. Na ASTeaS o actor utilizador dos Teatros Sociais pode navegar e explorar o Teatro Social de forma

a encontrar um Espaço Social que vá de encontro às suas necessidades. No que respeita à utilização dos Espaços Sociais, este actor pode requerer a sua admissão num Espaço Social e uma vez admitido e inserido no Espaço Social passa, do ponto de vista do sistema, a desempenhar a função de actor do Espaço Social.

No contexto de um Espaço Social os utilizadores designados como actores dos Espaços Sociais estão associados a funções específicas nestes espaços, em particular à execução acções de interacção. As acções de interacção estão integradas no fluxo de interacção definido para o Espaço Social, sendo a este nível genéricas. Por outro lado, os actores dos Espaços Sociais podem também trocar o papel que desempenham no Espaço Social, bem como abandonar o ambiente. Neste último caso passam novamente a ser vistos pelo sistema como utilizadores dos Teatros Sociais.

Por último, os administradores do sistema são actores especiais que têm como principal função garantir o funcionamento do ambiente, incluindo as funções de gestão dos espaços sociais e recursos dos sistema e a administração de utilizadores e de grupos.

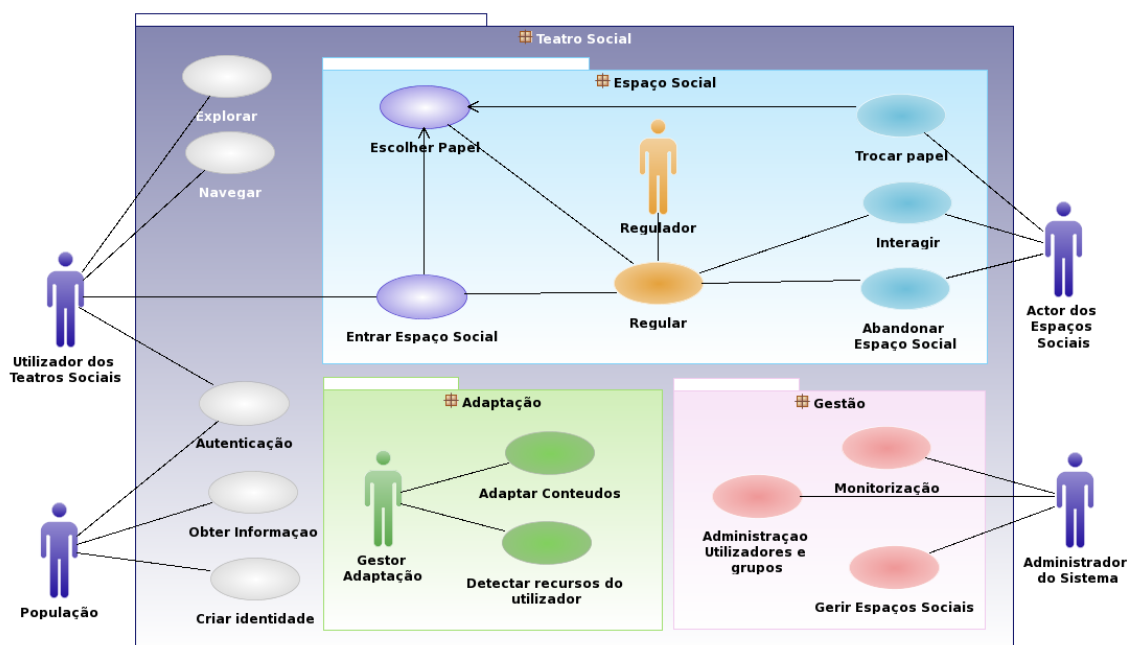


Figura 5.2 – Vista funcional da ASTeAS

Além dos actores externos do sistema foram identificados dois actores que desempenham funções de relevo no ambiente: o regulador e o gestor de adaptação. O regulador representa o agente de regulação dos Teatros Sociais, responsável pela regulação da interacção social nos Espaços Sociais. Por seu lado o gestor de adaptação é responsável pela adaptação de conteúdos nas interacções efectuadas no âmbito das acções nos Espaços Sociais.

Na Figura 5.2 é apresentado um diagrama genérico de casos de uso da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais.

5.4 Interface Web de serviços de interacção

A interface Web de serviços aplicativos assegura a independência da interface e a comunicação entre cliente e servidor através da *World Wide Web*. A independência da interface é uma das características do modelo dos Teatros Sociais, definindo que a interacção entre o utilizador e o sistema deve ser efectuada através de uma interface adaptada às características do dispositivo usado na interacção, bem como às necessidades do utilizador, com especial atenção à acessibilidade do ambiente. Desta forma, o modelo dos Teatros Sociais garante que os ambientes de interacção criados com base neste modelo são acessíveis à população em geral, abertos, minimizando as restrições de acesso. Por seu lado, a utilização da *World Wide Web* como canal de transmissão proporciona um meio com protocolos padronizados e com alargada difusão.

Como anteriormente referido, a interface Web de serviços aplicativos é constituída por um conjunto de *Web Services* que permite o desenvolvimento de aplicações cliente responsáveis pela interface entre os utilizadores e o sistema. A interface Web actua como uma interface aplicacional para a plataforma dos Teatros Sociais, expondo as suas funcionalidades na *World Wide Web*, ou seja, esta interface é o canal de comunicação entre a arquitectura e o ambiente envolvente.

Mediante a análise funcional efectuada a arquitectura define três classes de *Web Services*, orientadas aos actores do sistema (Figura 5.3):

- Classe de serviços de utilizador

- Classe de serviços de interacção
- Classe de serviços de administração



Figura 5.3 – Classes de serviço na interface Web de serviços aplicacionais da ASTeaS

A classe de serviços do utilizador integra serviços correspondentes às funcionalidades especificadas para o actor população na vista funcional da arquitectura. Desta forma, este *Web Service* disponibiliza operações para a criação de identidades dos utilizadores no Teatro Social, autenticação no sistema e visualização de informação sobre o Teatro Social.

As operações que expõem as funções que implementam as funcionalidades definidas para os actores: utilizadores dos Teatros Sociais e actores dos Espaços Sociais, enquadram-se na classe de serviços de interacção. Esta classe de serviços está dividida em serviços de interacção síncronos e serviços de interacção assíncronos (Figura 5.3), no sentido de permitir que a interacção nos Espaços Sociais seja respectivamente síncrona e assíncrona, tal como especificado pelo modelo dos Teatros Sociais. Nos serviços de interacção síncronos são incluídas operações de navegação e exploração do Teatros Social, admissão, abandono, escolha de papel, troca de papel e suspensão de interacção num Espaço Social, bem como operações genéricas para execução de serviços de interacção e acções de interacção num Espaço Social.

A classe de serviços de interacção assíncronos disponibiliza operações para registo de notificações de serviço. Os *Web Services* têm por base as tecnologias da *World Wide Web* e consequentemente usam o protocolo HTTP ao nível da comunicação

dos dados. O protocolo HTTP [46] é um protocolo que não mantém o estado da comunicação (*stateless*) e síncrono. Neste sentido, a implementação de troca de mensagens assíncronas sobre o protocolo HTTP requer a adopção de metodologias que permitam “simular” este tipo de entrega. Uma das hipóteses possíveis é a implementação de mecanismos de eventos ou notificações, que funcionam similarmente ao estilo arquitectural de integração baseada em eventos, anteriormente enunciado. A classe de serviços de administração assegura um conjunto de operações de gestão e monitorização do sistema associadas ao actor administrador do sistema especificado pela vista funcional da arquitectura. Nestas incluem-se operações para criação, remoção, consulta e alteração de Espaços Sociais e suas instâncias, operações de gestão de utilizadores e grupos de utilizadores, assim como operações para a visualização e análise de registos do sistema, vulgo, na terminologia anglo-saxónica, *logs* do sistema.

5.4.1 Implementação das classes de serviço

As classes de serviço são implementadas por *Web Services* correspondentes a cada uma das classes de serviço, estando alojados num servidor aplicacional J2EE² desenvolvidos segundo as especificações JAX-WS 2.0³ assegurando desta forma o acesso a partir da *World Wide Web*, a gestão de execução, robustez e escalabilidade da solução. Os *Web Services* são implementados pelas classes *STUserServices*, *STInteractionServices*, *STNotifications* e *STAdminServices*, correspondendo respectivamente às classes de serviços de utilizador, interacção síncrona e assíncrona e administração (Figura 5.4).

A interface Web de serviços de interacção tem como base do seu princípio de implementação o reencaminhamento dos pedidos para a plataforma dos Teatros Sociais. Consequentemente, as implementações das classes de serviço estão associadas à

²A *Java 2 Enterprise Edition* (J2EE) é a um conjunto de especificações para o desenvolvimento de aplicações empresariais em linguagem JavaTM. Os servidores aplicacionais que implementam as especificações definidas pelo J2EE são designados de servidores aplicacionais J2EE. A conformidade da implementação das especificações é definida pelo pacote de testes de compatibilidade (*Compatibility Test Suite* – CTS).

³A especificação *Java API for XML-Based Web Services* (JAX-WS) é definida pelo *Java Community Process* (JCP), que é um processo aberto para desenvolver e rever especificações associadas à tecnologia JavaTM, sob a designação *Java Specification Request* (JSR) 224.

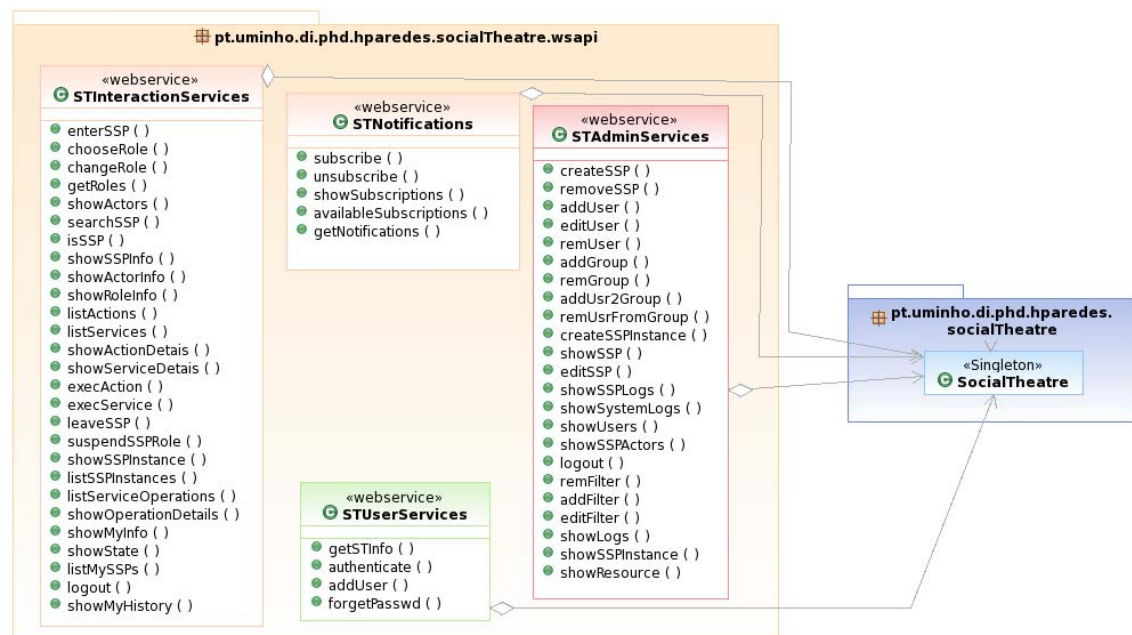


Figura 5.4 – Diagrama de classes da interface Web de serviços de interacção

classe principal da plataforma dos Teatros Sociais, a classe `SocialTheatre` que será posteriormente analisada. Neste sentido, na implementação dos métodos das classes de serviço é enviada uma mensagem ao objecto `SocialTheatre`, antecedida de uma fase de transformação, em que os parâmetros recebidos na invocação do serviço são transformados nos parâmetros requeridos pelo método que será invocar ao objecto `SocialTheatre`. A necessidade de transformação de alguns parâmetros está directamente relacionada com as limitações impostas pelas actuais especificações dos *Web Services*, em particular ao nível da interoperabilidade entre aplicações e linguagens de programação. Neste âmbito, alguns objectos complexos têm que ser transformados em documentos XML, uma vez que os normais processos de *marshaling* e *unmarshaling* não são suficientes para a sua correcta serialização e transmissão⁴.

Ao nível da implementação existe uma diferença fundamental entre a classe `STUser Services` e as restantes. Esta classe implementa operações que estão disponíveis

⁴Os processos de *marshaling* e *unmarshaling* estão associados à representação dos dados para armazenamento ou transmissão. O processo de *marshaling*, também designado por serialização, compreende a representação dos dados do ambiente de execução no formato para a sua transmissão ou armazenamento. O processo complementar é o *unmarshaling*.

para qualquer utilizador, sem que a plataforma dos Teatros Sociais conheça a sua identidade. Tal facto reflecte-se na sua implementação, uma vez que qualquer das operações implementadas não requer a existência de uma sessão com o utilizador, sendo consequentemente operações sem estado ou *stateless* na nomenclatura anglo-saxónica. De entre as várias operações existe uma que se destaca, uma vez que permite a identificação de um utilizador no sistema e consequente criação de uma sessão: a operação `authenticate(Credentials cred)`. Esta operação autentica o utilizador no sistema mediante as credenciais fornecidas, o que em caso de sucesso corresponderá à criação de uma sessão do utilizador.

Os métodos definidos pelas classes `STInteractionServices`, `STNotifications` e `STAdminServices` e expostos como *Web Services* requerem a existência de uma sessão para que a sua invocação seja bem sucedida. A gestão da sessão na ASTeaS fica a cargo da plataforma dos Teatros Sociais, como será discutido posteriormente, ao contrário da maioria das aplicações Web que delegam esta responsabilidade sobre o servidor Web, usando mecanismos como o *HTTP session* para garantir o estado de uma sessão HTTP. Este facto reside na necessidade de garantir a gestão da sessão pela plataforma dos Teatros Sociais, o que, no caso da utilização de mecanismos de gestão da sessão HTTP implicaria a replicação da sessão e consequentemente a manutenção da sua consistência, introduzindo uma complexidade desnecessária na solução. Uma das principais desvantagens da implementação da gestão do estado pela plataforma dos Teatros Sociais está relacionada com a escalabilidade da solução, uma vez que, para que a solução seja escalável a sua implementação terá que ter em consideração esse facto, ao contrário da utilização de mecanismos padrão para a gestão de sessões, como é o caso das *HTTP sessions*, em que a escalabilidade é delegada na implementação do servidor Web ou do servidor aplicacional.

A segurança de acesso aos *Web Services* é garantida pela utilização de HTTPS, ou seja, a combinação do protocolo HTTP com o mecanismo de transporte *Secure Sockets Layer* (SSL) ou *Transport Layer Security* (TLS). Desta forma é garantida a comunicação num canal seguro de informação sobre a sessão, no caso das operações associadas às classes de serviços de interacção e administração, bem como para a operação de autenticação (`authenticate(Credentials cred)`) associada à classe

de serviços de utilizador. A utilização do protocolo HTTPS não resolve todos os problemas de segurança da solução, no entanto é uma solução de compromisso que assegura um nível intermédio de segurança ao sistema. Um dos problemas de segurança não resolvidos está relacionado com a unicidade e autenticidade da chave de sessão que é utilizada para a invocação de operações de administração e interacção. Uma solução para garantir a não repudição desta chave passaria pela utilização de criptografia de chave pública. No entanto, tal nível de segurança não se justificaria dado o domínio de aplicação do sistema.

Adicionalmente, a classe `STNotification` implementa a classe de serviços de interacção assíncronos, ou seja, como anteriormente exposto, o serviço de notificações. Esta classe de serviços, similarmente às restantes, opera como interface dos mecanismos de notificações implementados pela plataforma dos Teatros Sociais. A implementação destes serviços baseia-se em registos de clientes que subscrevem notificações, implementado mecanismos de *pooling* para verificar em intervalos de tempo pré-definidos se existem notificações para os registos efectuados. Estes mecanismos constituem uma das soluções para implementação de serviços assíncronos usando *Web Services*, uma vez que actualmente as especificações sobre esta forma de entrega de mensagens ainda não é coberta pelas especificações dos *Web Services*, estando, no entanto, a ser desenvolvidos esforços por diversas entidades, nomeadamente a *World Wide Web Consortium* (W3C) [21] e a *Organization for the Advancement of Structured Information Standards* (OASIS) [14].

5.4.2 Protótipo da interface de interacção no Teatro Social

Com base na interface Web de serviços de interacção foi criado um protótipo funcional para permitir aos utilizadores do Teatro Social interagir no ambiente. O protótipo foi desenvolvido em linguagem JavaTM e é destinado a ser utilizado em computadores de secretária ou portáteis, pelo que foi utilizada a *framework* gráfica *swing*. A implementação de um protótipo específico para um tipo de dispositivo permite usufruir de todas as suas potencialidades.

O protótipo implementa, de uma forma genérica, as funcionalidades especificadas na vista funcional da arquitectura ao nível da interacção e navegação nos Espaços

Sociais. Por se tratar de um protótipo, algumas das funcionalidades genéricas, como por exemplo o registo de utilizadores não foi contemplado na implementação, sendo tal restrito à interface de administração que é apresentada na subsecção seguinte.

Na perspectiva funcional, a aplicação desenvolvida começa por requerer ao utilizador que se identifique no ambiente, fornecendo as suas credenciais de autenticação, neste caso um nome de utilizador e uma palavra passe. Este processo é traduzido na invocação da operação `authenticate(Credentials cred)` da interface Web de serviços de interacção, que em caso de sucesso retorna um identificador de sessão que é associado à sessão iniciada pelo utilizador. Ao entrar no ambiente é apresentado ao utilizador o conjunto dos Espaços Sociais existentes, sobre os quais o utilizador pode obter informações genéricas ou requerer a sua admissão. De forma a obter informações genéricas sobre um determinado Espaço Social é invocada a operação `showSSPInfo(long sessionid, String sspid)` que retorna um objecto `SSPInfo` com informações genéricas sobre o Espaço Social. Por seu lado, a admissão a um Espaço Social requer que o utilizador escolha a instância do espaço na qual quer entrar, bem como a escolha de um papel a desempenhar. Este processo requer a recolha de informação sobre as instâncias activas do Espaço Social (`listSSPInstances(long sessionid, String sspid)`) e consequentemente os papéis disponíveis (`getRoles(long sessionid, String sspid)`). Após a escolha efectuada são executadas as operações para admissão ao Espaço Social seguida da escolha do papel, respectivamente `enterSSP(long sessionid, String sspid, int sspInstanceID)` e `chooseRole(long sessionid, String sspid, int sspInstanceID, String Role)`.

O Espaço Social é apresentado ao utilizador graficamente como ilustrado na Figura 5.5. A representação gráfica do Espaço Social inclui áreas associadas aos serviços de interacção utilizados pelo Espaço Social. Os serviços utilizados por um Espaço Social podem ser obtidos usando as operações disponíveis na interface Web de serviços aplicativos, mais precisamente, a operação `listServices(long sessionid, String sspid, int sspInstanceID)`. A informação obtida é utilizada para a criação dinâmica do ambiente gráfico de cada Espaço Social. Deste modo, a interface é construída dinamicamente segundo os serviços disponíveis em

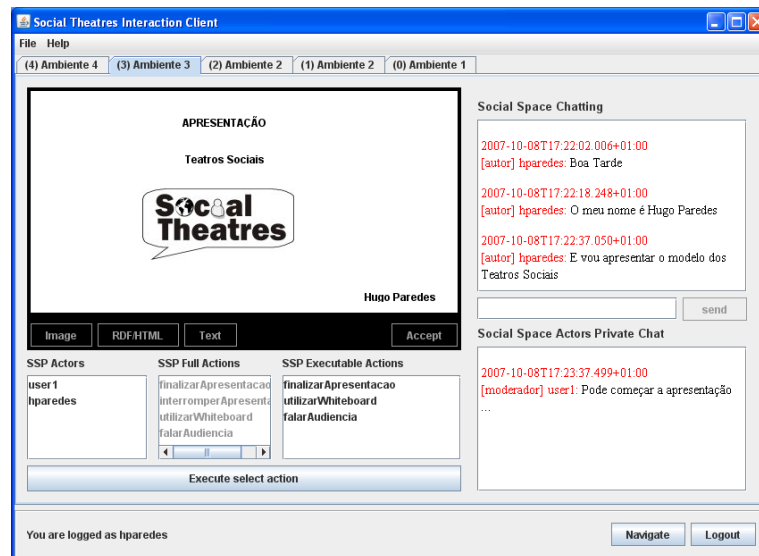


Figura 5.5 – Protótipo da interface de interação no Teatro Social – Espaço Social

cada Espaço Social. Além dos componentes associados aos serviços de interação, a interface do Espaço Social apresenta ao utilizador a lista de acções exequíveis, bem como os actores presentes no ambiente. Os dados constantes nestes componentes são obtidos por invocação de operações da classe de serviços de interação. Por seu lado,

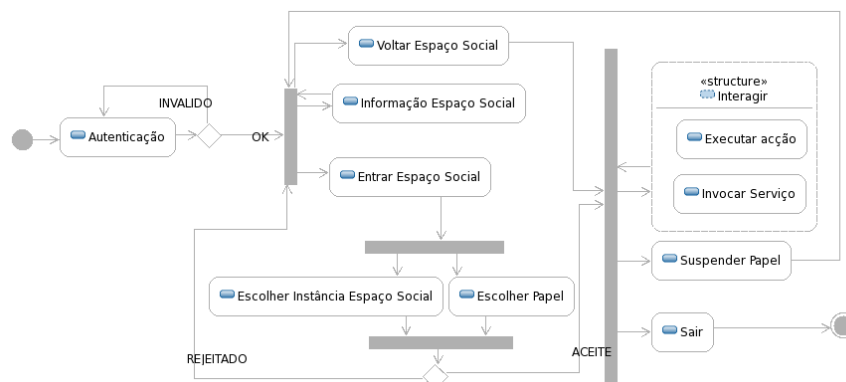


Figura 5.6 – Diagrama de actividades do protótipo da interface de interação no Teatro Social

a preparação da execução de operações de serviços e acções de interação é efectuada com base na informação obtida da execução das operações `showOperationDetails`

(long sessionid, String sspid, int sspInstanceID, String srvName, String opName) e showActionDetails(long sessionid, String sspid, int sspInstanceID, String action), respectivamente. O resultado destas operações permite construir o pedido de execução da operação de serviço ou acção de interacção.

A sequência de funcionamento do protótipo da interface de interacção no Teatro Social segue, em cada Espaço Social, o seu ciclo de vida, como demonstrado pelo diagrama de actividades da Figura 5.6.

5.4.3 Protótipo da interface de gestão

No sentido de garantir uma ferramenta de administração do sistema foi desenvolvido um protótipo para a gestão da arquitectura. À semelhança do protótipo da interface de interacção no Teatro Social, o protótipo da interface de administração foi desenvolvido com base nos serviços disponibilizados pela interface Web de serviços de interacção, em particular a classe de serviços de administração.

O protótipo desenvolvido apresenta uma interface Web, acessível a partir de um navegador Web, baseada num conjunto de formulários e elementos gráficos comuns às aplicações de *backend*. A sua implementação foi feita em linguagem JavaTM, em particular *Java 2 Enterprise Edition*, tendo sido usado como servidor aplicacional o *Sun Java System Application Server Platform Edition 9 Update 1*. De forma a otimizar o processo de desenvolvimento foi utilizada a tecnologia *Java Server Faces* [9, 72, 129] o que permitiu a reutilização de componentes visuais presentes na interface, bem como garantiu um rápido desenvolvimento da aplicação.

A aplicação desenvolvida apresenta a maioria das funcionalidades especificadas na vista lógica da arquitectura para o actor administrador. Deste modo, são implementadas as seguintes operações:

- Gestão de Espaços Sociais – engloba a criação, remoção e alteração da definição de um Espaço Social. Inclui ainda a instanciação de Espaços Sociais.
- Gestão de serviços de interacção – inclui o registo no sistema de novos serviços de interacção que são disponibilizados nos Espaços Sociais, associados ao fluxo de interacção do espaço ou isoladamente. Além do registo são também consideradas operações de edição e remoção de serviços existentes.

- Gestão de utilizadores e grupos – abrange operações de inserção, remoção e edição de utilizadores e grupos, bem como a associação de utilizadores a grupos.
- Gestão de filtros de adaptação – engloba as operações de registo, edição e remoção de filtros de adaptação
- Monitorização do sistema – integra operações de visualização de instâncias de Espaços Sociais activas, registo de conhecimento e análise de registos de sistema, vulgo *logs* do sistema.

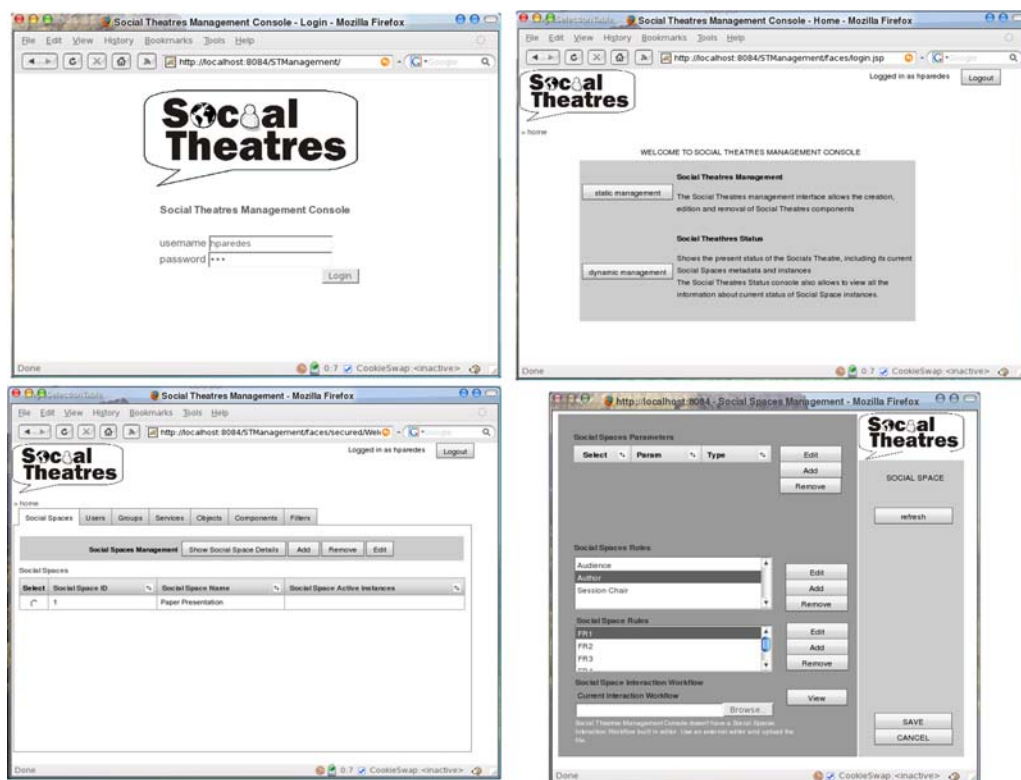


Figura 5.7 – Protótipo da interface de gestão (a) Autenticação no sistema (b) Selecção do tipo de acções a executar (c) Acções sobre a componente estática do sistema (d) Edição de informação de um Espaço Social

Estas funcionalidades estão organizadas em acções sobre a componente estática e acções sobre a componente dinâmica, podendo o administrador escolher, após confirmar a sua identidade, qual o tipo de acções que pretende executar (Figura 5.7

(b)). De salientar que esta escolha apenas afecta a organização estrutural da interface, sendo efectuada ao nível da aplicação e não envolvendo qualquer troca de informação com a arquitectura.

As acções sobre a componente estática englobam operações de gestão de dados e meta-dados da arquitectura. Entre elas incluiu-se a criação de Espaços Sociais, através da definição dos seus componentes: papéis, regras, fluxo de interacção e propriedades do Espaço Social, como ilustrado na Figura 5.7 (d). Nesta componente são também incluídas as operações de gestão de serviços de interacção, utilizadores, grupos e filtros de adaptação.

As acções sobre a componente dinâmica compreendem as operações de monitorização do sistema supra mencionadas.

5.5 Plataforma dos Teatros Sociais

A plataforma dos Teatros Sociais é o núcleo funcional da ASTeaS. É este componente que implementa o modelo dos Teatros Sociais e é responsável pela gestão funcional do ambiente de interacção. As funcionalidades da plataforma dos Teatros Sociais são expostas através da interface Web de serviços aplicativos que confere um canal de comunicação entre a arquitectura e o meio envolvente. Por outro lado, a plataforma dos Teatros Sociais é suportada pelo repositório, a base de conhecimento e o gestor de fluxo de interacção. Neste âmbito, a ASTeaS pode ser vista como uma arquitectura em camadas, conforme se apresenta na Figura 5.8.

As funções da plataforma dos Teatros Sociais na ASTeaS estão directamente relacionadas com a gestão do ambiente definido pelo modelo dos Teatros Sociais, nomeadamente:

- Disponibilização de serviços de interacção – assegurar o acesso aos serviços de interacção por parte dos utilizadores que interagem nos Espaços Sociais. Como especificado pelo modelo dos Teatros Sociais, a arquitectura fornece um conjunto básico de serviços de interacção necessários ao funcionamento dos Espaços Sociais, podendo ser dinamicamente carregados novos serviços.

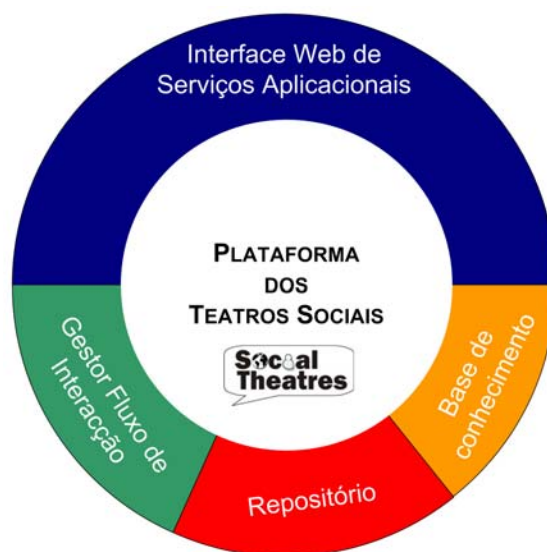


Figura 5.8 – Vista em camadas da ASTeaS

A plataforma dos Teatros Sociais gere o registo dos serviços, permitindo adicionar, remover ou alterar dinamicamente serviços de interação e assegura também o seu ambiente de execução.

- Adaptação de conteúdos de interação – o suporte à utilização de múltiplos dispositivos de interação requer, por um lado, uma camada de interface independente, como definido pela interface Web de serviços aplicacionais, e, por outro lado, que os conteúdos sejam devidamente adaptados às características dos dispositivos. A adaptação de conteúdos está também relacionada com questões de acessibilidade do ambiente, ou seja, garantir o acesso ao ambiente de interação de pessoas com necessidades especiais, como são exemplos os invisuais, para os quais os conteúdos de interação visuais devem ser transformados em formatos perceptíveis aos seus sentidos, nomeadamente sons. Neste sentido, a plataforma dos Teatros Sociais é responsável por identificar os requisitos dos utilizadores, em particular dos dispositivos por eles usados na interação, e adaptar os conteúdos às suas necessidades específicas.
- Criação e gestão do ciclo de vida dos Espaços Sociais – a principal função da plataforma dos Teatros Sociais é garantir um ambiente de especificação

e execução de Espaços Sociais, permitindo a criação de novos ambientes de interacção, bem como a sua instanciação dinâmica. Tal como especificado pelo modelo dos Teatros Sociais, os Espaços Sociais são componentes com um ciclo de vida bem definido, pelo que, o seu ambiente de execução deve ter em conta cada uma das fases desse ciclo, assegurando os mecanismos necessários à execução de cada estágio.

- Regulação da interacção social – a regulação da interacção é a principal característica do modelo dos Teatros Sociais e está directamente relacionada com o ciclo de vida e as acções de interacção que têm lugar nos Espaços Sociais. A regulação da interacção passa pela validação das acções de interacção com base nas regras definidas pelo Espaço Social. Neste processo intervém um actor do sistema, o regulador, que tem como função interceptar a execução das acções de interacção e validar a sua exequibilidade. É função da plataforma dos Teatros Sociais assegurar o funcionamento do regulador, coordenando a sua execução com a gestão de interacção dos Espaços Sociais.

De entre as funcionalidades não definidas pelo modelo dos Teatros Sociais, a plataforma dos Teatros Sociais tem a seu cargo a manutenção do sistema, ou seja, a disponibilização de um conjunto de ferramentas que, tal como especificado na vista funcional, permita ao actor administrador efectuar funções de gestão da arquitectura.

5.5.1 Vista lógica

Na perspectiva estrutural, a plataforma dos Teatros Sociais está organizada com base numa camada vertical, a camada de meta-dados, que confere à plataforma suporte para a criação dinâmica de componentes de suporte às camadas funcionais. As camadas funcionais da plataforma são camadas horizontais, cujas principais funções recaem na adaptação de conteúdos (camada de adaptação) e gestão do ambiente de execução dos Espaços Sociais (camada de interacção). Na Figura 5.9 é apresentada esta visão da estrutura da plataforma dos Teatros Sociais.

A camada de meta-dados depende directamente do repositório da arquitectura, uma vez que é este componente que garante a persistência da informação do sistema. A



Figura 5.9 – Estrutura da plataforma dos Teatros Sociais

criação dinâmica de componentes requer o seu registo na base de conhecimento do sistema, pelo que a camada de meta-dados actua também como conector à base de conhecimento. Por outro lado, a camada de interação está dependente do gestor de fluxo de interação e da base de conhecimento de forma a assegurar a gestão do ambiente de execução dos Espaços Sociais e a regulação da interação social. Seguidamente são analisadas e especificadas as três camadas definidas pela estrutura genérica da plataforma dos Teatros Sociais.

Camada de meta-dados

A camada de meta-dados é a base da plataforma dos Teatros Sociais, tendo como dependentes as restantes camadas da plataforma. Esta dependência está relacionada com o facto da camada de meta-dados ser responsável pela conexão aos componentes de representação de dados e conhecimento da plataforma, bem como a sua “transformação” para o ambiente de execução. Deste modo, a camada de meta-dados pode ser considerada uma camada de ligação entre o ambiente de execução da plataforma, constituído pelas camadas de adaptação e interação, e os componentes que garantem a persistência dos dados e a representação do conhecimento desse ambiente.

As principais funções da camada de meta-dados são:

- Assegurar a conexão entre a plataforma e o repositório
- Garantir um canal de comunicação com a base de conhecimento
- Proporcionar mecanismos para a criação dinâmica de componentes e entidades da plataforma.

Neste sentido a camada de meta-dados está estruturada em três grandes blocos

funcionais (Figura 5.10): bloco de conexão ao repositório, bloco de conexão à base de conhecimento e gestor de carregamento dinâmico de componentes.

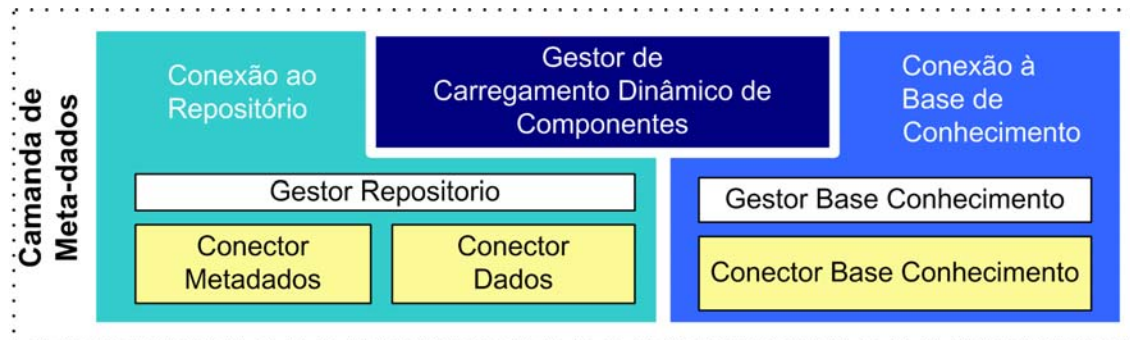


Figura 5.10 – Diagrama de blocos da camada de meta-dados

O bloco funcional de conexão ao repositório contém os componentes necessários à camada de meta-dados para a gestão de dados e meta-dados do sistema. O núcleo deste bloco funcional é composto por componentes de conexão responsáveis pela comunicação com o repositório, os conectores de dados e meta-dados, e por um componente de gestão. A gestão dos dados compreende operações de registo, edição, remoção e pesquisa de dados e meta-dados. A complexidade da plataforma implica que uma grande quantidade de dados sejam registados no repositório, existindo entre eles relacionamentos, que caso não sejam respeitados comprometem o funcionamento do sistema. Os procedimentos para garantir a integridade de dados são normalmente parte integrante dos sistemas de gestão de bases de dados. No entanto, na ASTeAS existem situações em que tal não é possível, ficando tais situações a cargo do bloco funcional de conexão ao repositório, mais propriamente do componente de gestão do repositório. Desta forma, as validações estruturais dos dados são efectuadas ao nível do repositório, sendo as validações de dependências funcionais dos dados delegadas sobre este bloco funcional.

O bloco funcional de conexão à base de conhecimento assegura, da mesma forma que o bloco de conexão ao repositório, um canal de comunicação com a base de conhecimento. Deste modo, este bloco funcional é responsável pela gestão do conhecimento na base de conhecimento, ou seja, o registo de conhecimento, a sua alteração e remoção, bem como pedidos de inferência de conhecimento. Para tal,

o componente de gestão da base de conhecimento transforma dados do sistema de execução em conhecimento, com base em regras de transformação definidas, sendo delegado no conector à base de conhecimento os procedimentos necessários à criação do canal de comunicação. Associado ao processo de gestão do conhecimento está a validação do conhecimento registado, de forma a garantir a consistência da base de conhecimento. O processo de validação tem particular importância no registo de conhecimento associado a regras dos Espaços Sociais, uma vez que a adaptação dinâmica das regras requer que em tempo de execução seja avaliada a possibilidade de alteração, remoção ou inserção de novas regras, operações que podem pôr em causa a consistência da base de conhecimento.

O bloco funcional de carregamento dinâmico de componentes actua como a ligação entre os dados registados no repositório e a sua representação no ambiente de execução. Este bloco distingue entre componentes executáveis e entidades do sistema, ou seja, ao efectuar o carregamento dinâmico de componentes executáveis como são exemplo os serviços de interacção ou os filtros de adaptação, bem como de entidades do sistema, como são exemplo perfis de utilizadores ou os papéis de um Espaço Social.

O carregamento dinâmico de componentes executáveis é efectuado mediante a natureza do componente, sendo suportados componentes locais ou remotos. Os componentes locais são carregados recorrendo à reflexão, isto é, processos de auto observação e auto-modificação. Por seu lado, os componentes remotos recorrem a processos de geração dinâmica de consumidores de *Web Services*, sendo requisito que tais serviços apresentem uma interface via *Web Services*.

As entidades do sistema são representadas no ambiente de execução como objectos, pelo que o processo de carregamento dinâmico passa por uma transformação da sua representação no repositório em objectos. Desta forma, são utilizados processos de mapeamento relacional-objectos e XML-objectos (respectivamente *object-relational mapping*) e (*xml-object mapping* na terminologia anglo-saxónica) dado que as entidades são representadas no repositório como documentos XML e/ou registos em tabelas relacionais.

O processo de carregamento dinâmico de componentes é todavia concluído com o

registo do conhecimento associado à criação do componente, ou seja, é efectuado um pedido ao bloco funcional de conexão à base de conhecimento de forma a registar a existência do componente criado no ambiente de execução. Após o registo o controlo do componente é delegado à unidade funcional do ambiente de execução que requereu a sua criação.

Camada de interacção

A camada de interacção aloja os blocos funcionais responsáveis pelo funcionamento do núcleo de interacção da plataforma dos Teatros Sociais, incluindo o bloco de gestão de sessão, o regulador, o conector ao gestor de fluxo de interacção e o ambiente de execução dos Teatros Sociais. Neste último bloco reside um sub-bloco, responsável pela coordenação dos Espaços Sociais. A organização dos blocos funcionais desta camada é apresentada na Figura 5.11.

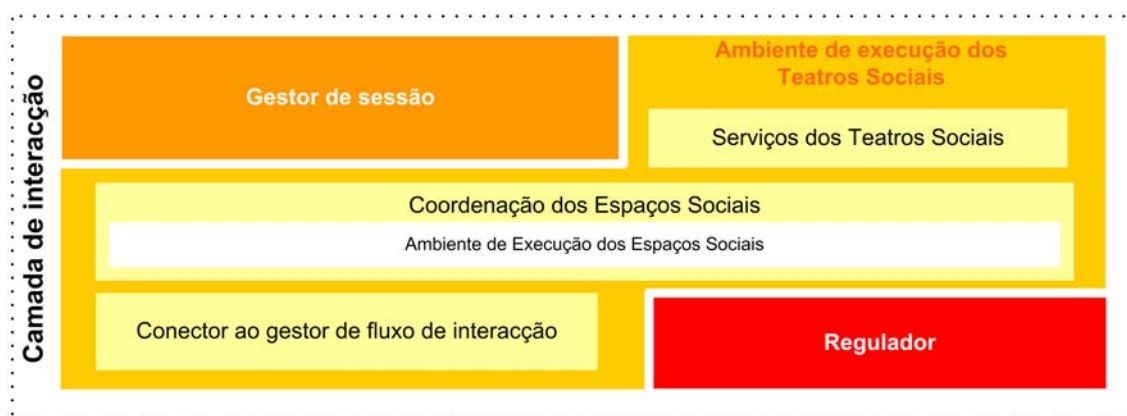


Figura 5.11 – Diagrama de blocos da camada de interacção

Segundo o modelo dos Teatros Sociais a interacção tem lugar nos Espaços Sociais, conferindo a estes ambientes uma natureza dinâmica face às necessidades dos seus intervenientes, desde a sua criação até à sua extinção. Funcionalmente, os Espaços Sociais são constituídos por 3 componentes fundamentais: papéis, fluxo de interacção e regras. Na plataforma dos Teatros Sociais, estes componentes são criados em tempo de execução pela camada de meta-dados, cabendo a sua gestão em tempo de execução à camada de interacção. Na estrutura da camada de interacção três

blocos funcionais são directamente responsáveis pela execução dos Espaços Sociais: coordenador e ambiente de execução do Espaço Social; e o conector ao gestor de fluxo de interacção.

O bloco funcional de coordenação e ambiente de execução dos Espaços Sociais tem como principal objectivo a gestão do ciclo de vida das instâncias activas de Espaços Sociais. No momento em que é criada uma nova instância de um Espaço Social, a sua coordenação é delegada neste componente, que interage com as interfaces do bloco funcional do ambiente de execução do Teatro Social de forma a fazer o seu registo no sistema e possibilitar a sua inclusão. Para cada Espaço Social é criada uma instância de um gestor de Espaço Social que garante a sua interface com o Teatro Social e rege as suas interacções com os serviços externos. A criação de uma instância de um Espaço Social passa também pela criação de um conector ao gestor de fluxo de interacção, que garante um canal de comunicação entre o ambiente de execução do Espaço Social e o gestor de fluxo de interacção. O suporte para a adaptação dinâmica das regras dos Espaços Sociais integra também as funções desempenhadas pelo bloco funcional de coordenação e ambiente de execução dos Espaços Sociais na plataforma dos Teatros Sociais.

Associado ao ambiente de execução dos Espaços Sociais estão os blocos funcionais de gestão de sessão e regulação. O bloco funcional de gestão de sessão gere as sessões dos utilizadores, mantendo informação sobre a identidade do utilizador, quais Espaços Sociais em que participa e o papel que desempenha nesse contexto de interacção, bem como informação sobre o dispositivo de interacção que está a utilizar. Deste modo, durante o ciclo de vida do Espaço Social, quando um utilizador tenta entrar num Espaço Social, é verificado o estado da sessão do utilizador. Este bloco funcional possui informações sobre o utilizador, o seu nível de autenticação no sistema e interage com a camada de adaptação para obter informações sobre os recursos de interacção do utilizador. Esta informação é essencial nesta fase, uma vez que a atribuição de um papel pode depender quer do utilizador, quer dos seus recursos de interacção.

O bloco funcional de regulação, identificado como regulador na Figura 5.11, implementa o agente de regulação definido pelo modelo de regulação dos Teatros Sociais.

Este bloco funcional intervém na maioria das fases do ciclo de vida dos Espaços Sociais, nomeadamente: na sua criação, verificando se a instância do Espaço Social é consistente; e na fase de interacção, em que as acções dos utilizadores são validadas segundo as regras definidas para o Espaço Social. Deste modo, quando um actor tenta executar uma determinada acção, esta é interceptada pelo gestor do Espaço Social, sendo efectuado um pedido de validação ao regulador de interacção. Este bloco funcional comunica com a camada de meta-dados, mais propriamente com o bloco de conexão à base de conhecimento, de forma a inferir a validade da acção. Em caso afirmativo, a acção é enviada à instância do conector ao gestor de fluxo de interacção de forma a ser executada no gestor de fluxo de interacção do sistema.

As funções do regulador estendem-se também à adaptação dinâmica das regras de um Espaço Social, assegurando a consistência do Espaço Social com base na validação da adaptação efectuada. Neste contexto, é avaliado pelo regulador a possibilidade de adaptação das regras do Espaço Social, tendo em conta as leis do ambiente, bem como as suas meta-estruturas (fluxo de interacção e papéis).

A camada de interacção conta com o bloco funcional de serviços do Teatro Social, que alberga alguns serviços disponibilizados aos utilizadores no sentido de melhorar a sua interacção com o sistema, nomeadamente serviços de navegação, permitindo navegar pelo Teatro Social e descobrir os Espaços Sociais existentes, e serviços de exploração, possibilitando diversas formas de pesquisa de Espaços Sociais. Dentro destes serviços também se enquadram serviços genéricos, como o registo de utilizadores e o serviço de autenticação. Estão ainda incluídos neste bloco funcional os serviços de interacção definidos pelo modelo dos Teatros Sociais. Entre estes serviços encontram-se os serviços básicos de interacção, incluindo um serviço de conversação, um serviço de partilha de objectos e um serviço de colaboração baseado num espaço partilhado pelos utilizadores. Além dos serviços incluídos no sistema, a plataforma dos Teatros Sociais permite o carregamento dinâmico de serviços, baseados em interfaces genéricas definidas pela especificação da arquitectura. Estes serviços são registados ao nível da camada de meta-dados e requeridos pelo bloco funcional de serviços dos Teatros Sociais, que lhes garantem um ambiente de execução.

Além dos serviços, o bloco funcional de serviços do Teatro Social garante uma interface genérica com o ambiente de execução, normalizando o acesso externo aos Espaços Sociais. Esta interface é interceptada pela camada de adaptação, para que os conteúdos sejam adaptados bi-direccionalmente entre cliente e arquitectura.

Camada de adaptação

A camada de adaptação é responsável por garantir que os conteúdos da interacção são adaptados às características dos dispositivos usados pelos utilizadores na interacção, e que os conteúdos enviados pelos utilizadores sejam normalizados para a sua utilização dentro da arquitectura de suporte aos Teatros Sociais. Como é apresentado na Figura 5.12 esta camada está organizada em 5 blocos funcionais: interface cliente, filtros de adaptação, interface com a plataforma, gestor de adaptação e detector de recursos.



Figura 5.12 – Diagrama de blocos da camada de adaptação

Genericamente, esta camada conta com uma camada que comunica directamente com a interface Web de serviços de interacção, garantindo uma interface com as aplicações cliente, e outra com a camada de interacção da plataforma dos Teatros Sociais. Entre estas interfaces existe uma camada onde são alojados os filtros de conteúdos. Os filtros de conteúdos são componentes que são criados dinamicamente pela camada de meta-dados, em particular pelo bloco funcional de carregamento dinâmico de componentes, a pedido do bloco funcional de gestão de adaptação, tendo como função a transformação de conteúdos. A actuação dos filtros é controlada pelo

bloco funcional de gestão de adaptação. De forma a controlar a actuação dos filtros, o gestor de adaptação comunica com a camada de interacção, mais propriamente com o bloco funcional de gestão de sessão, de forma a obter informação sobre a sessão do cliente e as suas necessidades ao nível de conteúdos, cruzando a informação obtida com os tipos de conteúdos do pedido ou resposta e os filtros de conteúdos registados no sistema, aplicando o filtro de conteúdos adequado. Será pertinente referir que a informação dos recursos de interacção registada nas sessões dos utilizadores são obtidas pelo bloco funcional de detecção de recursos, que avalia em cada pedido as características de interacção do utilizador, ou as alterações que tenham ocorrido desde a criação do perfil inicial, transmitindo essa informação para o gestor de sessão.

5.5.2 Vista de implementação

A plataforma dos Teatros Sociais é o núcleo da lógica aplicacional da arquitectura garantindo a criação do ambiente dos Teatros Sociais e todas as estruturas adjacentes. A sua implementação reflecte este facto, residindo o seu núcleo na classe `SocialTheatre` que implementa um Teatro Social. Dado que um Teatro Social tem características de execução próprias e um estado complexo, só é possível existir uma instância deste objecto por cada Teatro Social suportado pela plataforma, pelo que a sua implementação passa pela utilização do padrão de desenho *singleton*. Este padrão permite restringir a criação de instâncias de uma classe a um só objecto. No caso da classe Teatro Social é implementada uma derivação deste padrão, que consiste na restrição à criação de instâncias nomeadas, ou seja, só permite a criação de um objecto associado a um determinado nome. Qualquer pedido de criação de uma nova instância com o mesmo nome de uma já existente retornará a instância existente. Deste modo, o construtor da classe `SocialTheatre` é declarado como sendo privado, sendo a criação de instâncias da classe delegadas aos métodos de classe `getInstance()` e `getInstance(String name)`. A implementação destes métodos é apresentada em seguida:

```
private static Hashtable<String, SocialTheatre> sts =
    new Hashtable<String, SocialTheatre>();

public static SocialTheatre getInstance(){
```

```
        return getInstance("default");
    }

    public static SocialTheatre getInstance(String stName){
        SocialTheatre res=null;
        if(sts.containsKey(stName)){
            res=sts.get(stName);
        }else{
            res=new SocialTheatre();
            sts.put(stName,res);
        }
        return res;
    }

    private SocialTheatre() {
        ...
    }
```

A utilização do padrão de desenho *singleton* apresenta as vantagens anteriormente descritas, no entanto introduz alguns problemas na implementação, nomeadamente ao nível da escalabilidade da arquitectura que impede a replicação de uma forma simples dos servidores dedicados a alojar a plataforma dos Teatros Sociais, e problemas de concorrência, que devem ser considerados na implementação da solução. Como já referido, a classe **SocialTheatre** pode também ser vista como agregadora dos vários serviços disponibilizados pelo ambiente. Na Figura 5.13 é apresentado um diagrama de classes que evidencia as dependências da classe **SocialTheatre**. No diagrama de classes, estão presentes também as principais classes das camadas da plataforma apresentadas na vista lógica. As classes **RepositoryConnector**, **KnowledgeBaseManager** e **DinamicObjectLoader** representam respectivamente os blocos funcionais de conexão ao repositório e à base de conhecimento e de carregamento dinâmico de componentes da camada de meta-dados. Por outro lado, a camada de interacção está representada pelos blocos funcionais de gestão do Espaço Social, regulador, gestão de sessão e gestão de serviços, respectivamente pelas classes **SocialSpacesManager**, **Regulator**, **SessionManager** e **ServicesManager**. Por fim, a camada de adaptação está representada pelo bloco funcional de gestão de adaptação e a respectiva classe **AdaptationManager**. De seguida é apresentada a

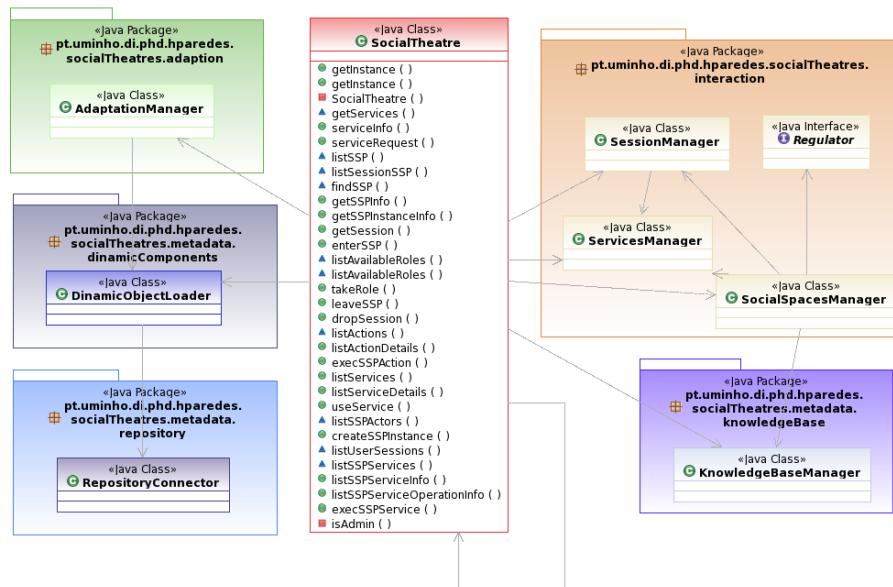


Figura 5.13 – Diagrama de classes da plataforma dos Teatros Sociais

implementação de cada um destes blocos funcionais na plataforma dos Teatros Sociais.

Gestor de repositório

O gestor de repositório, implementado pela classe `RepositoryConnector` tem como principal função implementar um canal de comunicação com o repositório. O repositório, como será detalhado posteriormente, é implementado sobre um sistema de gestão de base de dados (SGBD) híbrido, ou seja, suporta a estruturação de dados segundo o modelo relacional bem como dados XML.

O gestor de repositório gere um conjunto de instâncias de conectores ao sistema de gestão de base de dados, sobre os quais delega as funções de conexão ao SGBD. O funcionamento do gestor de repositório resume-se à instanciação e gestão destes conectores, sendo a sua interface reduzida a um único método que permite obter uma instância de um conector a partir do seu nome (`getDataAccess(String name)`). Os conectores, cuja designação é dada pelo nome do componente a que se destinam aglutinados com o sufixo `DataStore` (como por exemplo `UserDataStore`), implementam duas interfaces:

- **DataAccess** – conectores específicos para um determinado tipo de componentes. Definem um conjunto de métodos para aceder à informação específica de um determinado tipo de componente. Mediante o tipo de componente é definida uma sub-interface específica que estende os métodos genéricos de acesso ao componente.
- **DataStore** – conector genérico ao repositório. Define um conjunto de operações necessárias para o acesso à base de dados, sendo incluído no pacote de gestão de conexões.

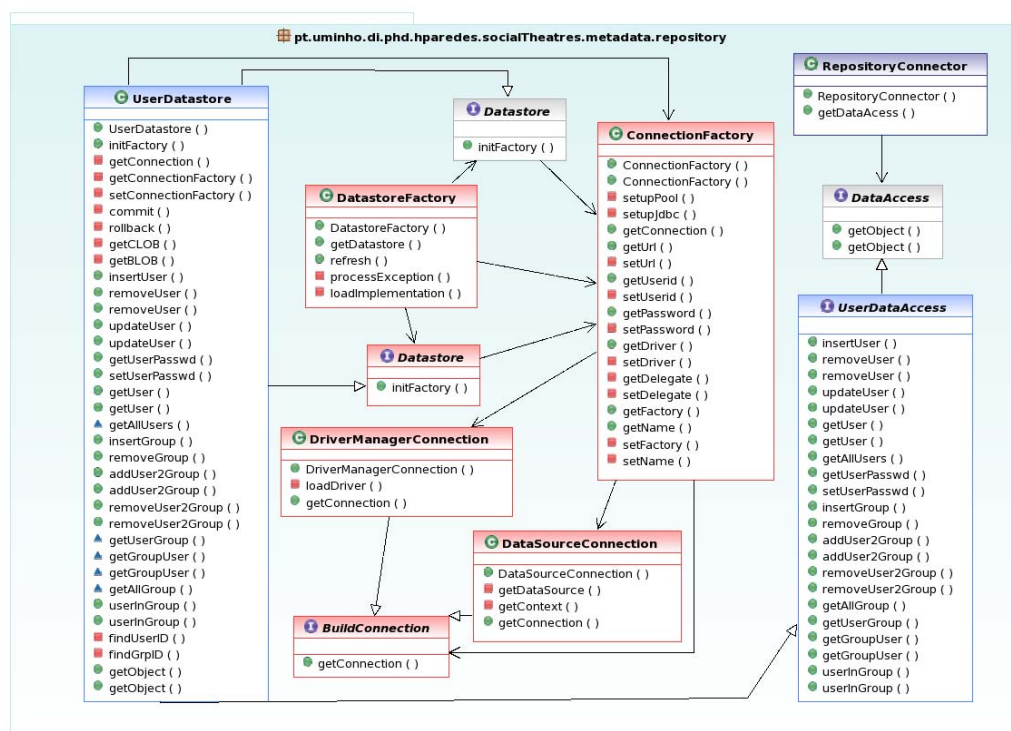


Figura 5.14 – Diagrama de classes do bloco funcional de conexão ao repositório

O pacote de gestão de conexões ao SGBD segue os padrões normalmente usados neste tipo de mecanismos. Desta forma, a implementação deste pacote é independente do SGBD utilizado, necessitando apenas da configuração do *driver* usado pelo *Java DataBase Connectivity* (JDBC). Por outro lado, é também implementado um nível de independência da própria ligação, podendo esta ser efectuada pelo pacote através de uma ligação directa ao SGBD ou delegada numa *connection pool* fornecida pelo

servidor aplicacional onde a plataforma é instalada e executada.

Os conectores são responsáveis por toda a lógica aplicacional associada ao registo de dados no repositório. Neste âmbito, além da conexão ao SGBD, os conectores são também responsáveis pela validação dos dados que registam e extraem do repositório.

Na Figura 5.14 é apresentado um diagrama de classes do bloco funcional de conexão ao repositório.

Gestor de base de conhecimento

Ao nível lógico, a conexão à base de conhecimento é assegurada pelo bloco funcional de conexão à base de conhecimento. Da perspectiva da implementação, este bloco funcional é implementado por um conjunto de classes, coordenadas pelo gestor da base de conhecimento (`KnowledgeBaseManager`). Esta classe tem como função assegurar uma interface entre o bloco funcional de gestão da base de conhecimento e os restantes blocos funcionais da plataforma dos Teatros Sociais, bem como gerir a conexão à base de conhecimento, garantindo métodos para inserir, remover, alterar e inferir o conhecimento do sistema.

A conexão à base de conhecimento é delegada a implementações da interface `KnowledgeBaseConnector`. Esta interface define os métodos para inserir, remover, alterar e inferir conhecimento, sendo a sua implementação dependente da base de conhecimento utilizada. No caso particular da implementação da plataforma dos Teatros Sociais, como será descrito posteriormente, a base de conhecimento é implementada em *prolog*, usando para tal o *Java Internet Prolog Server*, que permite ser acedido através de uma interface em linguagem JavaTM. Neste sentido, a conexão à base de conhecimento é efectuada usando uma instância da classe `PrologKBConnector` que implementa a interface `KnowledgeBaseConnector`.

As operações sobre o conhecimento são implementadas usando operações de inserção e remoção de predicados em linguagem *prolog*. A inserção de conhecimento é efectuada através do predicado *assert*; a remoção de conhecimento usando o predicado *retract*; e a alteração combinando ambos. Por seu lado, a operação de inferência de

conhecimento é implementada como sendo uma simples questão à base de conhecimento.

O gestor da base de conhecimento agrega uma instância do conector à base de conhecimento de forma a proceder à gestão do conhecimento. No entanto, este processo é precedido da validação de dados e a sua transformação em conhecimento (predicados *prolog*). Estas operações são delegadas respectivamente nas classes *KnowledgeBaseChecker* e *KnowledgeBaseFilter* (Figura 5.15). O processo de va-

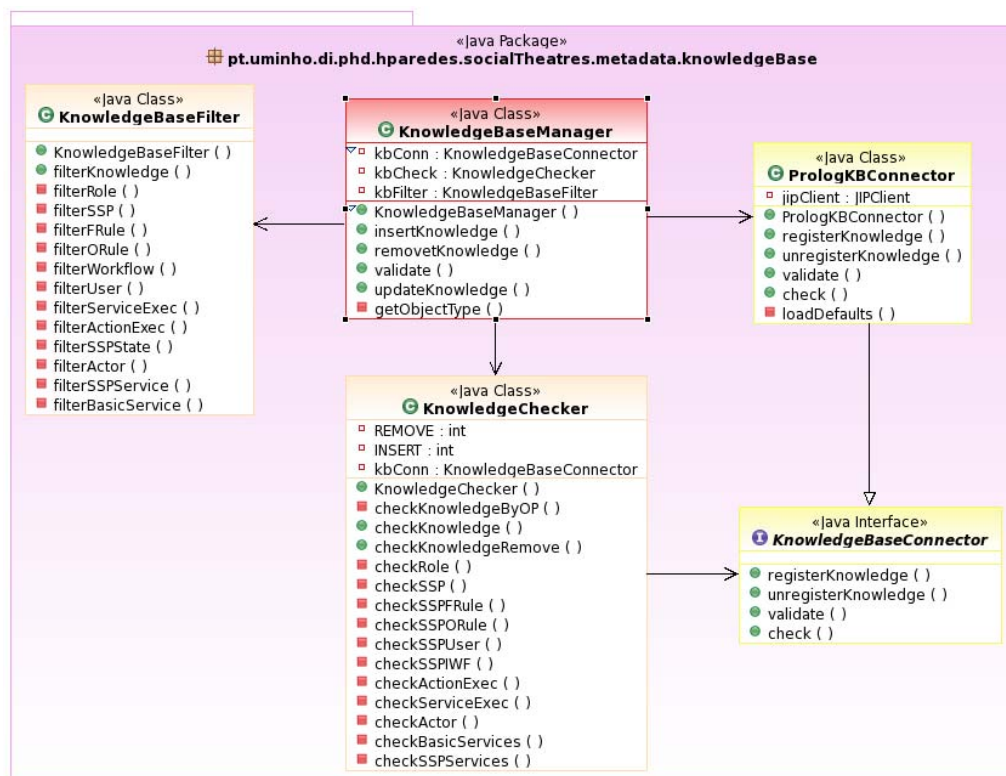


Figura 5.15 – Diagrama de classes do bloco funcional de conexão à base de conhecimento

lidação é efectuada com base em inferência do conhecimento do sistema, verificando se a operação sobre o conhecimento a efectuar é válida ou coloca a base de conhecimento num estado de inconsistência. Por seu lado, a transformação dos dados em conhecimento é realizada com base em regras definidas mediante a implementação da base de conhecimento. Neste caso particular, os dados são transformados em predicados *prolog*, segundo o especificado pela representação de conhecimento no

sistema.

Gestor de carregamento dinâmico de componentes

O bloco funcional de carregamento dinâmico de componentes confere à plataforma dos Teatros Sociais dinamismo e capacidade de evolução mediante as necessidades dos utilizadores, nomeadamente a possibilidade de adição de novos serviços de interacção em tempo de execução. Este bloco funcional é gerido pelo gestor de carregamento dinâmico de componentes implementado pela classe `DinamicObjectLoader`. Esta classe depende funcionalmente das classes `RepositoryConnector` e `KnowledgeBaseManager` no sentido de obter os dados necessários ao carregamento dinâmico dos componentes e registar o componente criado na base de conhecimento, respectivamente. O gestor de carregamento dinâmico de componentes depende também de um filtro de dados, que efectua o processamento de componentes complexos de forma a que possam ser carregados dinamicamente. O diagrama de classes deste bloco funcional é apresentado na Figura 5.16.

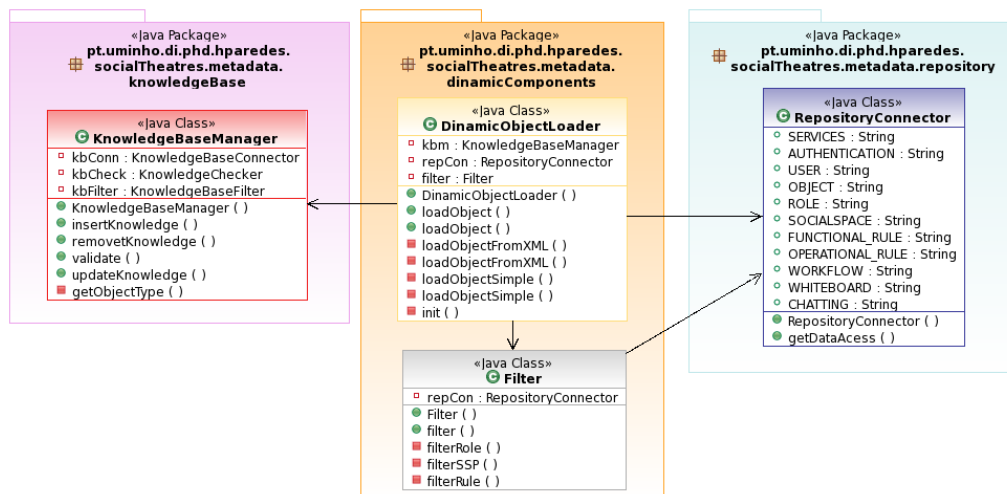


Figura 5.16 – Diagrama de classes do bloco funcional de carregamento dinâmico de componentes

O processo de carregamento dinâmico é implementado pelo método `loadObject(String objType, int objID, Hashtable params)`. Os parâmetros do método são respectivamente: o tipo de componente (componente executável ou entidade),

o identificador do componente a criar e um conjunto de parâmetros para inicialização do componente. O processo é iniciado com um pedido ao gestor de conexão ao repositório do componente, com base no seu identificador. O segundo passo do processo passa por avaliar o tipo de componente que irá ser criado. No caso do componente ser um componente executável é criado um objecto por reflexão. Para tal é necessário o nome da classe que implementa o componente, que deverá constar dos dados extraídos do repositório e os parâmetros de inicialização do componente. Com base nesta informação, é criada uma nova instância do componente:

```
Class[] paramTypes=new Class[params.size()];
Object[] paramValues=new Object[params.size()];
...
Class componentClass=Class.forName(componentClassName);
Object component=
    componentClass.getConstructor(paramTypes).newInstance(paramvalues);
```

São exemplos de componentes executáveis os serviços de interacção e os filtros de adaptação.

A criação de componentes do tipo entidade é efectuada como referido anteriormente, conjugando mapeamentos relacional-objectos e XML-objectos. O mapeamento entre dados registados no modelo relacional para objectos é efectuado usando técnicas tradicionais embebidas no código. De facto, a utilização destas técnicas não é muito flexível, no entanto são usadas em casos muito particulares, dado que a maioria dos componentes é registado como documentos XML. O mapeamento entre documentos XML e objectos é efectuado utilizando a *framework Castor* [4]. Neste caso são utilizados documentos de mapeamento que são apresentados em detalhe no Apêndice B. Os documentos de mapeamento servem de base ao *unmarshal* do documento:

```
String componentXML= ... ;
Mapping mapping = new Mapping();
mapping.loadMapping( mappingFile );
Unmarshaller unmar = new Unmarshaller(mapping);
Object res =
    unmar.unmarshal(new InputSource(new StringReader(componentXML)));
```

Após a criação dos componentes, é efectuado pelo gestor de carregamento dinâmico de componentes o registo na base de conhecimento do conhecimento associado à

instância criada, enviando um pedido ao objecto de gestão de conexão à base de conhecimento, com a informação associada ao componente criado.

Gestor de serviços

O bloco funcional de gestão de serviços, inserido na camada de interacção fornece à plataforma dos Teatros Sociais os serviços necessários ao funcionamento global do sistema e serviços de interacção que podem ser compostos na criação de Espaços Sociais. O núcleo funcional do bloco é implementado pelo gestor de serviços, mais propriamente pela classe `ServicesManager`. Genericamente, esta classe está associada ao gestor de conexão ao repositório, ao gestor dos Espaços Sociais e ao gestor de carregamento dinâmico de componentes, como ilustrado no diagrama de classes do bloco funcional de gestão de serviços (Figura 5.17). Esta classe define métodos

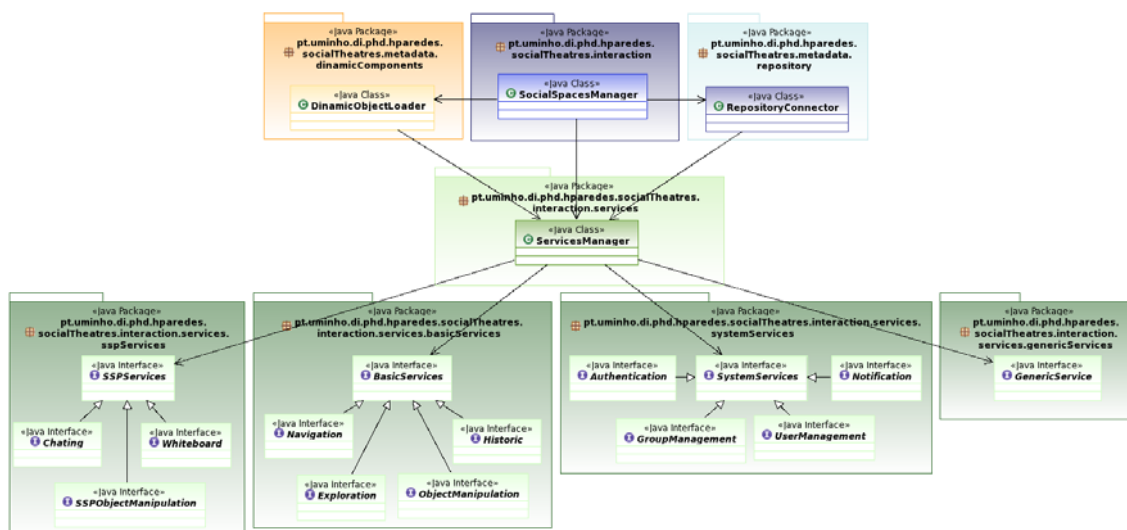


Figura 5.17 – Diagrama de classes do bloco funcional de serviços dos Teatros Sociais

para acesso e execução de operações em quatro tipos de classes de serviço:

- Serviços de sistema – conjunto de serviços que garantem o funcionamento da plataforma dos Teatros Sociais, incluindo serviços de autenticação, notificações e gestão de utilizadores e grupos.
- Serviços de interacção dos Teatros Sociais – conjunto de serviços definidos pelo modelo dos Teatros Sociais, que garantem um conjunto de serviços de

interacção que são utilizados no contexto global do sistema, ou seja, no contexto do Teatro Social. Este conjunto de serviços inclui serviços de navegação, exploração, histórico e manipulação de artefactos globais.

- Serviços de interacção dos Espaços Sociais – conjunto de serviços que garantem a base para a criação de espaços de interacção nos Teatros Sociais. Tal como especificado pelo modelo dos Teatros Sociais, os serviços de interacção dos Espaços Sociais garantem um conjunto básico de operações de interacção que quando compostas por um fluxo de interacção definem a base de interacção de um Espaço Social. Neste conjunto de serviços incluem-se os serviços de conversação, de espaços partilhados e de manipulação de artefactos nos Espaços Sociais.
- Serviços dinâmicos – são serviços que podem ser carregados dinamicamente pela plataforma dos Teatros Sociais e incluem-se nas classes acima descritas. A plataforma dos Teatros Sociais suporta o carregamento dinâmico de serviços locais ou remotos.

Para garantir o acesso aos serviços, o gestor de serviços mantém referências para instâncias de cada serviço existente, funcionando como um mecanismo de *cache* de serviços. Este mecanismo tem em consideração a natureza de cada serviço, nomeadamente se se trata de um serviço com ou sem estado. De entre os tipos de classes de serviço definidas, somente os serviços de interacção dos Espaços Sociais têm um estado associado ao Espaço Social e, neste caso, é mantida uma instância do serviço por cada Espaço Social que dele depende. A utilização de mecanismos de *caching* de serviços está relacionada com a forma como os serviços são instanciados. A instanciação dos serviços segue os mecanismos definidos pela plataforma, dos Teatros Sociais, ou seja, são instanciados pelo gestor de carregamento dinâmico de componentes com base na meta-informação associada a cada serviço. Neste sentido, para otimizar o funcionamento da plataforma dos Teatros Sociais dado que os serviços são a base funcional da plataforma, no primeiro pedido de execução de uma operação de um serviço é requerido ao gestor de carregamento dinâmico de componentes uma instância do serviço, ficando esta guardada na *cache* do gestor de serviços para posterior utilização.

Para garantir a generalização do carregamento dinâmico de serviços, cada tipo de classe de serviço é especificada por uma interface específica, apresentadas na Tabela 5.1.

Tipo de classe de serviço	Interface
Serviços de sistema	SystemServices
Serviços de interacção dos Teatros Sociais	BasicServices
Serviços de interacção dos Espaços Sociais	SSPServices
Serviços dinâmicos	GenericServices

Tabela 5.1 – Interfaces dos tipos das classes de serviço

As implementações de **GenericServices** implementam também uma das outras interfaces, mediante o tipo de classe de serviço.

A plataforma dos Teatros Sociais implementa um conjunto de serviços de cada um dos tipos de classes de serviço no sentido de assegurar o funcionamento do sistema. Ao nível dos serviços do sistema são implementados os serviços de autenticação, notificação e gestão de utilizadores e grupos. O serviço de autenticação e gestão de utilizadores e grupos são serviços que recorrem ao gestor de conexão ao repositório por forma a implementarem a lógica funcional necessária à implementação das suas funções. Por seu lado, o serviço de notificações é um serviço especial que implementa um mecanismo de publicação-subscrição, assegurando a comunicação assíncrona entre os utilizadores do sistema. O serviço permite que os Espaços Sociais se registem como publicadores de notificações, cabendo a cada sessão de utilizador registar-se como subscritor das notificações dos Espaços Sociais às quais o utilizador está associado.

Ao nível dos serviços de interacção dos Teatros Sociais são garantidos pela implementação da plataforma dos Teatros Sociais os serviços de navegação, exploração, histórico e manipulação genérica de artefactos no Teatro Social. Os serviços de navegação, exploração e histórico dependem directamente do gestor dos Espaços Sociais, na medida em que estes serviços permitem a pesquisa, travessia e registo de informação sobre os Espaços Sociais. Em particular, os serviços de navegação e exploração implementados pelas classes `SimpleNavigationServiceImpl`

e `SimpleExplorationServiceImpl` utilizam os métodos de pesquisa e listagem de Espaços Sociais disponibilizados pelo gestor de Espaços Sociais de forma a proporcionar aos utilizadores a sensação de imersão no ambiente, assegurando a pesquisa de ambientes de interacção por tema e a visualização dos Espaços Sociais mais recentemente visitados. No caso da implementação da interface gráfica para interacção nos Teatros Sociais recorrer a gráficos tridimensionais imersivos, o serviço de navegação permite também contextualização espacial dos Espaços Sociais com base na sua meta-informação. Por seu lado, o serviço de histórico permite aos Espaços Sociais o registo das principais acções de interacção que ocorreram no ambiente, ficando a cargo de cada Espaço Social a selecção e registo dos factos de relevo. O serviço de manipulação de objectos dos Teatros Sociais suporta o armazenamento de artefactos e a sua meta-informação no sistema, estando associado ao perfil dos utilizadores ou grupos. Com base neste serviço, os utilizadores do Teatro Social podem “transportar” artefactos para o ambiente de interacção, facto que influencia directamente o enriquecimento da interacção entre os participantes. Este serviço é disponibilizado ao nível do Teatro Social o que permite a transferência de objectos entre os diversos Espaços Sociais, criando um canal de comunicação indirecto entre eles, uma vez que o serviço se articula com um serviço similar ao nível de cada Espaço Social.

No sentido de garantir um conjunto básico de serviços para a construção de Espaços Sociais são implementados pela plataforma dos Teatros Sociais os serviços de conversação, espaço partilhado ou *whiteboard* e manipulação de artefactos no Espaço Social. O serviço de conversação, implementado pela classe `SimpleChattingImpl` fornece métodos para envio de mensagens entre os participantes, englobando distribuição um-para-um e um-para-muitos. O serviço de espaço partilhado implementa um *whiteboard* que é uma área comum a todos os participantes, possibilitando a colaboração entre os utilizadores. A implementação deste serviço define métodos para colocação e remoção de informação da área partilhada, bem como um método para listar os seus conteúdos. Por fim, o serviço de manipulação de artefactos no Espaço Social é um serviço similar ao existente ao nível do Teatro Social, permitindo aos utilizadores guardarem objectos no contexto de um Espaço Social.

Os serviços genéricos são definidos com base na conjugação da interface `Generic`

Services com uma interface de outro tipo de classe de serviços. Estes serviços não são implementados nativamente pela plataforma dos Teatros Sociais, possibilitando a inclusão de serviços desenvolvidos por terceiros. Os serviços podem ser locais ou remotos. No caso de se tratar de serviços locais serão implementados como componentes JavaTM e descritos segundo um descritor em linguagem XML especificado pela plataforma dos Teatros Sociais (Apêndice A). Para os serviços remotos, são suportados pela plataforma dos Teatros Sociais serviços que disponham de uma interface via *Web Services*, sendo descritos pelo documento WSDL associado acessível localmente ou remotamente através de uma *Uniform Resource Locator* (URL). Para efectuar o carregamento dinâmico dos serviços, é definido ao nível do gestor de repositório um *wrapper* genérico para carregamento de serviços, a interface **ServiceCreator**, que na plataforma dos Teatros Sociais tem duas implementações: uma para serviços locais (**JavaServiceCreatorImpl**) e outra para serviços remotos baseados em *Web Services* (**WSServiceCreatorImpl**).

Gestor de sessões

O bloco funcional de gestão de sessões tem como função a gestão das sessões dos utilizadores e a informação associada. A gestão de sessões é implementada pela classe **SessionManager** definindo métodos para a criação, remoção e obtenção das sessões registadas. De forma a implementar as funções de gestão de sessões, esta classe agrega um conjunto de objectos **Session** representando as sessões dos utilizadores. Uma sessão é caracterizada por um identificador único de sessão, informação sobre o utilizador detentor da sessão e um conjunto de Espaços Sociais aos quais o utilizador se encontra associado na sessão.

O processo de criação de uma sessão é requerido pelo objecto **TeatroSocial** quando um utilizador efectua um pedido de autenticação no sistema. Neste sentido é enviada uma mensagem à instância activa do gestor de sessão para proceder à criação de uma sessão, sendo fornecidas as credenciais do utilizador. Com base nesta informação, a instância do gestor de sessão requer uma instância do serviço de autenticação para efectuar a validação das credenciais do utilizador. Após a confirmação positiva das credenciais do utilizador, é requerido ao gestor de carregamento dinâmico de

componentes a criação de um componente de identidade com o perfil do utilizador que é associado a uma instância de sessão entretanto criada. A instância de sessão contém também um identificador único gerado a partir da informação temporal do pedido e associada à informação aleatória do sistema, de forma a garantir a unicidade do identificador. O identificador servirá para identificar a sessão do utilizador, a partir desse momento, na plataforma dos Teatros Sociais.

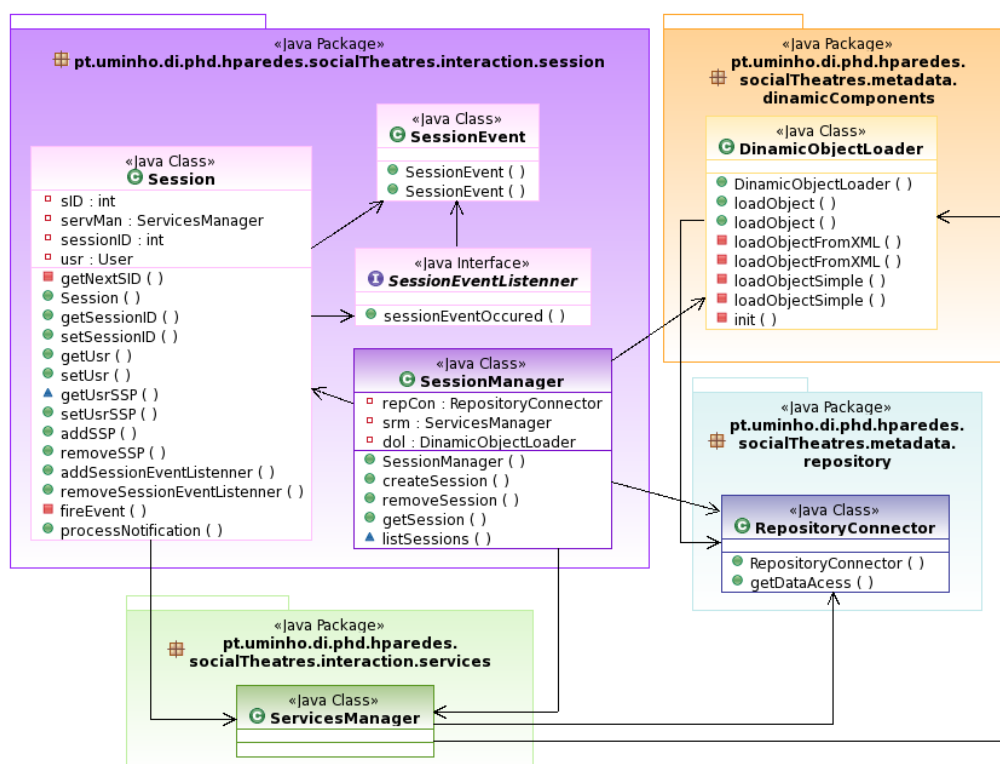


Figura 5.18 – Diagrama de classes do bloco funcional de gestão de sessões

O gestor de sessão intervém também na admissão de um utilizador a um Espaço Social, sendo registada na sessão associada uma referência para o Espaço Social. Além disso, a sessão actua como encaminhador de notificações entre o Espaço Social e o utilizador, na medida em que, no processo de entrada do utilizador no Espaço Social, são criados subscritores das notificações do Espaço Social, de forma a que possam ser transmitidas ao utilizador pela sua sessão através da interface Web de serviços aplicacionais.

No sentido de efectuar as suas funções, o gestor de sessões depende do gestor de serviços e do gestor de carregamento dinâmico de componentes. Estas dependências são evidenciadas no diagrama de classes do gestor de sessões apresentado na Figura 5.18.

Gestor dos Espaços Sociais

O gestor dos Espaços Sociais é o principal bloco funcional da plataforma dos Teatros Sociais, sendo responsável pela gestão do ciclo de vida dos Espaços Sociais. A gestão dos Espaços Sociais é implementada pela classe `SocialSpacesManager` assegurando métodos para a criação, remoção e alteração de Espaços Sociais que garantem a definição estática do Espaço Social, ou seja, a fase de pré-ciclo vida do Espaço Social. A primeira fase do ciclo de vida do Espaço Social, a sua instanciação, é também assegurada por esta classe através do método `registerInstance(int sspID, Hashtable params, Hashtable<String,Integer> actors)`, sendo a partir desse momento delegada a responsabilidade do ciclo de vida do Espaço Social num objecto `SocialSpace`.

O objecto `SocialSpace` “materializa” o conceito do Espaço Social, sendo caracterizado por um conjunto de propriedades que representam os principais elementos de um Espaço Social, nomeadamente os papéis disponíveis, os actores em “cena”, uma referência para o conector ao gestor de fluxo de interacção responsável pela coordenação das actividades no Espaço Social e uma referência para o regulador do Teatro Social de forma a garantir a validação de todas as acções executadas no ambiente. Ao nível dos comportamentos, o objecto apresenta métodos genéricos de consulta do seu estado, como por exemplo listar os actores do ambiente ou os papéis disponíveis, bem como métodos que implementam os casos de uso especificados para os Espaços Sociais, nomeadamente a admissão e abandono do Espaço Social, a execução de acções de interacção e o acesso a serviços de interacção. De forma a facilitar o processo de interacção, como definido pelo modelo dos Teatros Sociais, este objecto permite também, aos seus actores, listar as acções exequíveis num dado momento, mediante o que é definido pelo fluxo de interacção. Será conveniente

salientar que este comportamento do objecto é polimórfico, podendo fornecer a informação das acções que podem ser executadas por um utilizador a desempenhar um papel no Espaço Social, mediante o identificador de sessão reflectindo deste modo as regras de interacção do Espaço Social, ou apresentar a listagem completa das acções possíveis no Espaço Social, retornando todas as acções possíveis no ambiente independentemente do papel desempenhado.

O objecto de gestão de Espaços Sociais (**SocialSpacesManager**) e o objecto Espaço Social (**SocialSpace**) dependem de quase todos os blocos funcionais da plataforma dos Teatros Sociais. As principais dependências definidas para as classes que os representam são apresentadas no diagrama de classes da Figura 5.19.

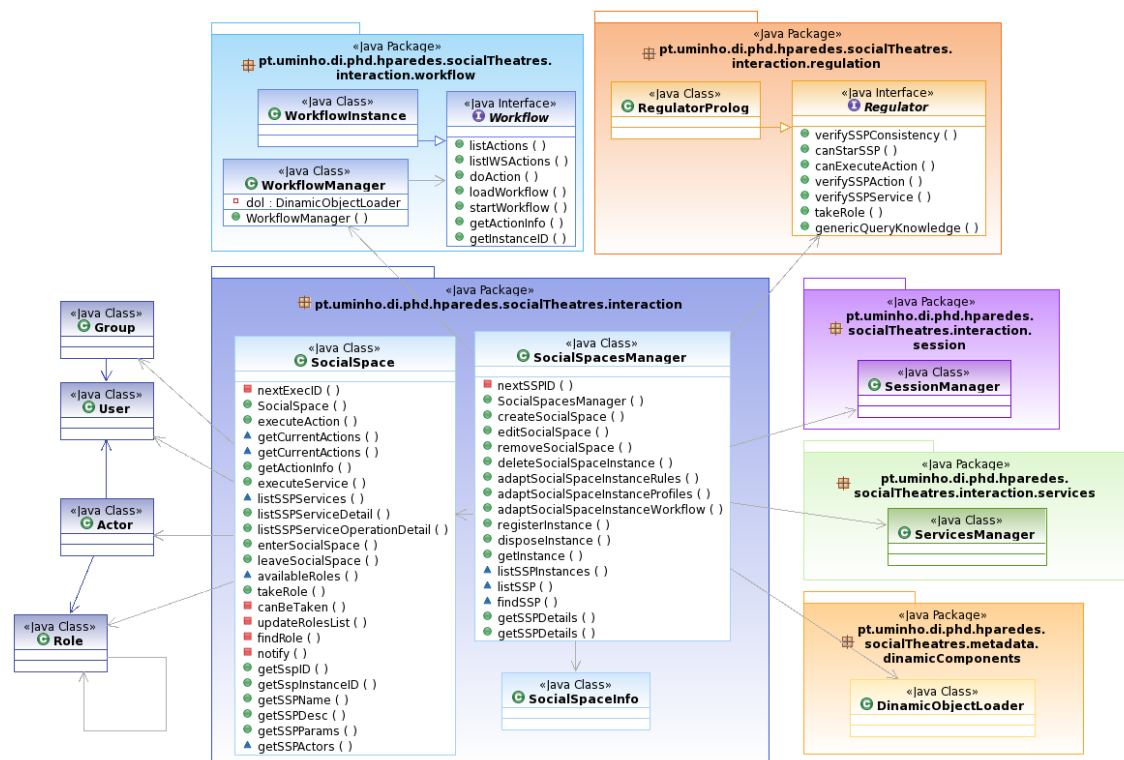


Figura 5.19 – Diagrama de classes do bloco funcional de gestão de execução dos Espaços Sociais

A criação de instâncias de um Espaço Social é uma das principais funções do gestor do Espaço Social. Este processo é iniciado pela geração de um identificador de instância que garante o acesso directo por parte dos utilizadores, bem como a sua

referenciação pelo sistema. O passo seguinte é a criação de uma instância do objecto **SocialSpace** que é inicializado com a informação fornecida no pedido de criação da instância do Espaço Social com recurso a parâmetros da operação. A partir deste momento o gestor dos Espaços Sociais requer ao gestor do repositório toda a meta-informação associada ao Espaço Social, nomeadamente informação sobre as regras, papéis e fluxo de interacção do Espaço Social requerido. Com base nesta informação é enviada uma mensagem ao gestor de carregamento dinâmico de componentes de forma a criar instâncias das regras e papéis do Espaço Social. Paralelamente, é contactado o gestor do fluxo de interacção para inicializar o fluxo de interacção do Espaço Social. O carregamento do fluxo de interacção fica a cargo do gestor do fluxo de interacção, sendo um processo independente do gestor de carregamento dinâmico de componentes, como será descrito posteriormente neste capítulo. Por este motivo, o gestor de conexão à base de conhecimento é contactado directamente de forma a registar o conhecimento associado ao fluxo de interacção. Uma vez criadas as estruturas básicas do Espaço Social, são criados, caso existam, os actores associados ao processo de instanciação do Espaço Social. O processo é finalizado com a validação da instância do Espaço Social criado, a qual é requerida ao regulador. Em caso de sucesso o fluxo de interacção do Espaço Social é inicializado e concluído o processo de instanciação com o registo da instância pelo gestor dos Espaços Sociais.

Outra das principais funções do gestor dos Espaços Sociais é a adaptação de uma instância de um Espaço Social. A adaptação de uma instância de um Espaço Social é efectuada ao nível das regras do Espaço Social. Dada a natureza da plataforma dos Teatros Sociais, o processo de adaptação é simples. As regras são representadas como conhecimento do Espaço Social e validadas com base no conhecimento existente sobre o ambiente. Deste modo, a adaptação de um Espaço Social passa pelo registo ou remoção de conhecimento associado a uma regra na base de conhecimento do sistema, recorrendo ao regulador do Espaço Social, uma vez que deve ser tida em consideração a consistência da base de conhecimento. Neste sentido, o regulador infere se a alteração à regra pode ser efectuada e em caso positivo prossegue com o pedido de registo do conhecimento associado à regra ao gestor de conexão da base de conhecimento.

No que respeita o ciclo de vida dos Espaços Sociais, a principal fase é a fase de interacção, em que os actores executam acções de interacção no ambiente. Este comportamento é implementado pelo método `executeAction(String obj, Vector<ServiceParams> params, int sessionId)`. A lógica aplicacional associada a este processo passa pela interceptação da execução efectiva da acção pelo gestor do fluxo de interacção, pré-validando a execução com recurso ao regulador. Deste modo, quando é recebido um pedido de execução de uma acção ou de uma operação de um serviço de interacção, antes de proceder à sua execução é enviado um pedido de validação ao regulador, que infere a validade de execução com base nas regras definidas para o Espaço Social. Este processo será descrito em detalhe posteriormente neste capítulo. Caso a execução seja validada pelo regulador, é enviado um pedido ao gestor do fluxo de interacção para a sua execução. Para a execução de operações de serviços de interacção, é requerida a sua execução ao gestor de serviços. Este processo é esquematizado no diagrama de sequência apresentado na Figura 5.20.

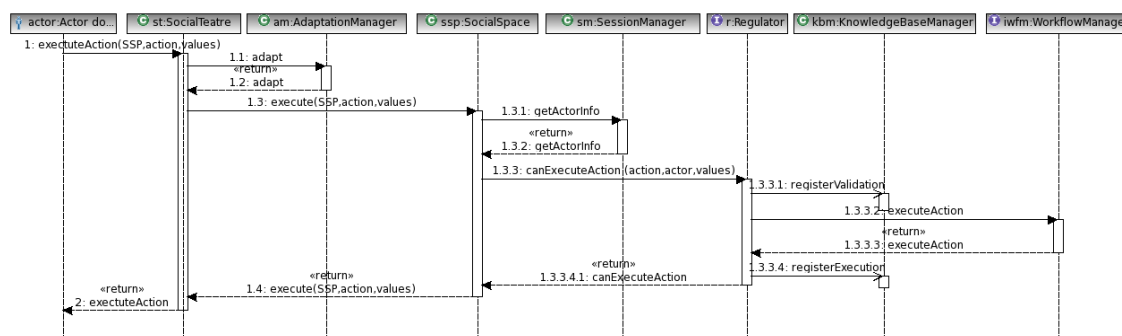


Figura 5.20 – Diagrama de sequência do processo de interacção num Espaço Social

Gestor de adaptação

A camada de adaptação de conteúdos é coordenada pelo gestor de adaptação que aplica filtros de adaptação com base na informação dos recursos do utilizador adquiridos pelo detector de recursos e geridos pela sessão do utilizador. O gestor de adaptação é implementado pela classe `AdaptationManager`, sendo os filtros de adaptação implementações da interface `AdaptationFilter`. Esta interface define um único método `adaptContent(Object content)` que recebe como parâmetro

o conteúdo a adaptar e retorna o conteúdo adaptado. Por seu lado, o gestor de adaptação define um método polimórfico: `adapt(Request req)` e `adapt(Response res)`. Estes métodos incluem toda a lógica associada à adaptação de conteúdos, e são invocados pela classe `SocialTheatre`, respectivamente, no início e final do processamento de um pedido.

O processo de adaptação começa por avaliar o pedido ou resposta, requerendo ao gestor de sessão a informação sobre os recursos do utilizador correspondente à sessão. No caso do pedido não estar associado a nenhuma sessão é enviada uma mensagem ao objecto `ResourceDetector` para avaliar os recursos do utilizador, esperando receber essa informação. Com base nesta informação, o gestor de adaptação requer ao gestor do repositório informação sobre os filtros registados no sistema. Esta informação é crucial na avaliação do pedido ou resposta de forma a aplicar o filtro apropriado. Após a escolha do filtro, caso exista algum que se aplique, é efectuado um pedido ao gestor de carregamento dinâmico de conteúdos para carregar dinamicamente o filtro. É pertinente referir que por questões de performance do sistema, o gestor de adaptação actua como mecanismo de *caching* dos filtros de adaptação, ou seja, quando é requerido um filtro de adaptação ao gestor de carregamento dinâmico de conteúdos, a referência para a instância do filtro é registada pelo gestor de adaptação sendo reutilizada em posteriores adaptações. O processo de adaptação é concluído após a alteração do pedido ou resposta com o conteúdo adaptado resultante da invocação do método `adaptContent(Object content)` do filtro de adaptação.

5.6 Gestor do fluxo de interacção

As actividades de interacção nos Teatros Sociais são organizadas de uma forma lógica, segundo os objectivos ou interesse comum de cada Espaço Social. Similarmente à metáfora teatral, no modelo dos Teatros Sociais o fluxo de interacção define para cada Espaço Social as actividades que podem ser efectuadas em cada momento pelos actores, constituindo metaforicamente o guião do Espaço Social.

Em ambientes de interacção multi-utilizador, em particular nas ferramentas de *groupware*, o problema da coordenação das actividades é resolvido pela utilização de sistemas de *workflow* que, como descrito anteriormente, organizam os processos de

trabalho em actividades e definem claramente o relacionamento entre as actividades e a sua sequência, de forma a que os objectivos do grupo de trabalho sejam atingidos. No entanto, estes sistemas apresentam uma grande desvantagem que reside no facto da inflexibilidade dos fluxos de trabalho definidos, limitando as acções do utilizador no processo.

O fluxo de interacção de um Espaço Social pode ser visto como um *workflow* definido de forma a flexibilizar as acções de interacção, sendo limitado regras de interacção definidas para o Espaço Social. Desta forma, é garantida a flexibilidade possível na estrutura do fluxo de interacção do ambiente, sendo definidas as restrições com base nas políticas de sociabilização, ou seja, nas regras de interacção em vigor no Espaço Social.

Neste contexto, o gestor do fluxo de interacção apresenta funcionalidades similares a um sistema de *workflow*. Este componente da ASTeaS é responsável por garantir um ambiente de execução e especificação para o fluxo de interacção dos Espaços Sociais e fornecer mecanismos de integração e comunicação com a plataforma dos Teatros Sociais tornando possível a execução de actividades de interacção definidas no fluxo de interacção durante a segunda fase do ciclo de vida do Espaço Social, ou seja, assegurando a interacção coordenada nos Espaços Sociais activos.

O gestor de fluxo de interacção é um sistema de *workflow* simplificado, uma vez que toda a gestão de actores do sistema e pré-execução das acções de interacção é assegurada pelo ambiente de execução dos Espaços Sociais, em particular pela plataforma dos Teatros Sociais. Deste modo, cabem ao gestor de fluxo de interacção as funções de criação dinâmica de fluxos de interacção com base em meta-informação e gestão do ambiente de execução dos fluxos de interacção. Neste enquadramento, podemos afirmar que o gestor do fluxo de interacção tem funções similares ao bloco de serviço de *workflow* definido pelo modelo genérico de sistemas de *workflow* da WfMC.

No entanto, existe uma diferença fundamental entre os sistemas de *workflow* e o gestor de fluxo de interacção. Um *workflow* define actividades a serem desempenhadas por um grupo de trabalho, actividades essas que na maioria das vezes se traduzem em manipulação de sistemas externos, nomeadamente sistemas de gestão

empresarial ou sistemas legados. As actividades do fluxo de interacção são execuções de operações de serviços de interacção devidamente definidos na plataforma dos Teatros Sociais e executados neste ambiente. É pois necessária uma relação intrínseca entre o gestor do fluxo de interacção e a plataforma dos Teatros Sociais de forma a que estes serviços possam ser executados. Por outro lado, a definição de actividades de interacção e a sua consequente validação é distinta da definição de processos de trabalho.

Nas subsecções seguintes é apresentado o processo de execução de um fluxo de interacção, ilustrando o funcionamento do gestor do fluxo de interacção. Tal como os sistemas de *workflow*, o gestor do fluxo de interacção pode ser dividido em duas fases: uma fase de especificação em que é definido o fluxo de interacção e as suas actividades; e uma fase de execução em que o fluxo de interacção é efectivamente executado no ambiente de execução disponibilizado pelo gestor do fluxo de interacção.

5.6.1 Especificação do fluxo de interacção

A especificação do fluxo de interacção é associada à definição do Espaço Social consistindo na descrição do fluxo de interacção ao nível das actividades de interacção e os seus relacionamentos. A linguagem de representação da informação na ASTeAS é a linguagem XML, pelo que a definição do fluxo de informação passa pela especificação de um *XML Schema* que define a estrutura dos documentos XML descritivos do fluxo de interacção.

Sendo que o fluxo de interacção partilha alguns conceitos com os sistemas de *workflow*, foi tida em consideração a linguagem de especificação de processos de trabalho para delinear a especificação do fluxo de interacção. Neste contexto, a linguagem standard, baseada em XML, da WfMC para a especificação dos processos de trabalho em grupo (*XML Process Definition Language – XPDL* [22]) é a base da linguagem para definição de fluxo de interacção, reflectindo as adaptações introduzidas as diferenças ao nível da complexidade e actividades dos dois ambientes.

O modelo dos Teatros Sociais define que um fluxo de interacção é definido por um conjunto de actividades, transições e propriedades.

As actividades são execuções de serviços de interacção do Teatro Social ou operações

sobre as propriedades do fluxo de interacção. Uma actividade pode ser descrita por um identificador ou nome da actividade, o tipo que define se a actividade é a execução de um serviço de interacção ou uma operação sobre as propriedades do fluxo de interacção e um tipo de junção que determina se a actividade é obrigatória ou opcional. Associado ao tipo de actividade é descrita qual a operação ou execução do serviço a efectuar. Deste modo, caso se trate de uma invocação de serviço de interacção é associada à definição da actividade o nome do serviço e a operação associada. Por seu lado, caso se trate de uma operação sobre as propriedades do fluxo de interacção, é definido o tipo de operação, ou seja, alteração ou leitura do valor da propriedade, bem como a propriedade em causa. Esta definição de actividade pode ser directamente transcrita para *XML Schema* definindo o tipo `activity` como:

```
<xsd:complexType name="activity">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="type" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="joinType" type="xsd:string"/>
    <xsd:choice>
      <xsd:element name="dataSetGet" type="tns:dataSetGet"/>
      <xsd:element name="service" type="tns:service"/>
    </xsd:choice>
  </xsd:sequence>
  <xsd:attribute name="id" type="xsd:int"/>
</xsd:complexType>
```

As transições definem os relacionamentos entre actividades. De uma forma genérica, uma transição define uma actividade de partida e uma actividade de chegada associada a uma condição de transição. Deste modo pode definir-se o tipo `transition` em *XML Schema*:

```
<xsd:complexType name="transition">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="from" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="to" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="condition" minOccurs="0" maxOccurs="1">
      <xsd:complexType>
```

```

        <xsd:sequence>
            <xsd:element name="type" type="xsd:string"/>
            <xsd:element name="value" type="xsd:string"/>
        </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>
</xsd:element>
</xsd:sequence>
<xsd:attribute name="id" type="xsd:int"/>
</xsd:complexType>

```

De referir que uma condição pode ser do tipo lógico ou um evento. A definição de transições sob a condição de um evento permitem criar fluxos de interacção que transitam entre as actividades com base em situações externas, ou mesmo internas ao fluxo de interacção. Por exemplo, pode ser criada uma propriedade do tipo temporizador que ao fim de um determinado tempo despoleta um evento. Uma transição pode ser condicionada por esse evento. Este tipo de condição é útil em situações em que existe um tempo limite, por exemplo uma aula, uma reunião ou mesmo a realização de um exame.

Por fim, as propriedades do fluxo de interacção são simples variáveis associadas ao fluxo de interacção. As variáveis são definidas pelo seu nome, tipo e valor inicial. O fluxo de interacção suporta a definição de variáveis de tipos simples, tais como inteiros, caracteres ou booleanos, suportando também *strings*, ou seja, conjuntos de caracteres. A sua representação como um tipo no *XML Schema* é:

```

<xsd:complexType name="datafield">
    <xsd:sequence>
        <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="type" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="initialValue" type="xsd:string"/>
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="id" type="xsd:int"/>
</xsd:complexType>

```

A definição de um fluxo de interacção agrupa estes tipos num *XML Schema* genérico (Apêndice A).

5.6.2 Ambiente de execução

O gestor de fluxo de interacção assegura o ambiente de criação e execução de fluxos

de interacção dos Espaços Sociais. A este nível, o seu funcionamento assemelha-se ao bloco de serviço de *workflow* definido pelo modelo genérico para este tipo de sistemas. Similarmente, ao bloco de serviço de *workflow*, são funções do gestor de fluxo de interacção a criação, gestão e execução de instâncias de fluxos de interacção bem como a especificação de uma camada de interface com outros serviços, nomeadamente a plataforma dos Teatros Sociais.

Na ASTeaS o gestor de fluxo de interacção foi implementado usando a linguagem JavaTM definindo um conjunto de funcionalidades básicas que este componente deve respeitar de forma a desempenhar a sua função na arquitectura. Esta metodologia permitiu uma fácil integração com a plataforma dos Teatros Sociais, uma vez que o bloco funcional de gestão de fluxo de interacção responsável pela comunicação entre os componentes e integrado na plataforma dos Teatros Sociais, efectua um mapeamento directo das funcionalidades, evitando a necessidade de transformação dos pedidos e respostas entre componentes. Por outro lado, a adaptação de um sistema de *workflow* num gestor de fluxo de interacção requer uma análise e estudo comparativo entre os diversos sistemas de *workflow* existentes, facto que não se enquadra no âmbito deste trabalho.

Neste sentido, o gestor de fluxo de interacção é implementado pela classe `InteractionFlowManager` que é responsável pela criação de instâncias de `InteractionFlow` que representam o fluxo de interacção de um Espaço Social. A criação de uma instância é neste caso um processo simples, dado que passa pela invocação do construtor da classe e a invocação do método `loadInteractionFlow(String xml)`. Este método permite à instância criada carregar o fluxo de interacção especificado pelo documento XML passado como parâmetro. Este processo tem por base a leitura e interpretação do ficheiro XML de especificação do fluxo de interacção e a criação de um conjunto de estruturas de dados associadas ao objecto `InteractionFlow` que lhe permitem gerir a execução do fluxo de interacção.

A classe `InteractionFlow` engloba um conjunto de métodos para a manipulação do fluxo de interacção sumariado na Tabela 5.2. O método que permite a execução de uma actividade é o método `doAction` que tem como parâmetros o nome da actividade a executar e os valores a serem passados na execução da actividade. A

Método	Descrição
<code>listCurrentActions</code>	Lista das actividades executáveis no estado actual do fluxo de interacção.
<code>listAllActions</code>	Lista de todas as actividades do fluxo de interacção da instância.
<code>getActionInfo</code>	Informação sobre uma actividade do fluxo de interacção.
<code>doAction</code>	Execução de uma acção.
<code>loadInteractionFlow</code>	Carregamento do fluxo de interacção a partir da sua especificação em linguagem XML.
<code>startInteractionFlow</code>	Inicialização do fluxo de interacção. Coloca o fluxo de interacção na primeira actividade executável.

Tabela 5.2 – Sumário dos métodos do objecto `InteractionFlow`

lógica aplicacional associada à implementação deste método começa por implementar uma validação do pedido, ou seja, verificar se a actividade requerida faz parte das actividades possíveis no estado actual do fluxo de interacção. Em caso afirmativo é verificado o tipo de actividade, isto é, se se trata da operação sobre as propriedades do fluxo de interacção ou a execução de um serviço. No primeiro caso a operação é efectuada, alterando ou acedendo à estrutura que representa a propriedade associada no fluxo de interacção. No segundo caso, é criado um canal de comunicação entre o objecto e o bloco funcional de gestão do fluxo de interacção na plataforma dos Teatros Sociais, de forma a ser executada a operação do serviço de interacção. A comunicação é feita mediante as implementações do fluxo de interacção e do gestor do fluxo de interacção na plataforma, não sendo nada especificado pela arquitectura a este nível. O processo é concluído com a avaliação das actividades seguintes com base nas transições definidas pelo fluxo de interacção.

5.7 Base de conhecimento

O modelo de regulação de interacção social definido pelo modelo dos Teatros Sociais baseia-se na validação das acções de interacção dos actores nos Espaços Sociais.

Ao nível do ambiente de execução, na plataforma dos Teatros Sociais, a sua implementação é delegada no regulador, um agente que intercepta as acções de interacção e valida a sua execução. A validação da execução das acções de interacção depende do conhecimento sobre o Espaço Social, nomeadamente o seu estado, os seus actores, o papel do actor que executou a acção e as regras de interacção e coordenação definidas para o Espaço Social. De forma a relacionar todo o conhecimento associado ao ambiente de execução e sobre ele inferir a validade de uma acção num Espaço Social, a ASTeaS define uma base de conhecimento que apoia a actividade do regulador na plataforma dos Teatros Sociais.

A base de conhecimento tem como principais funções a gestão e representação do conhecimento associado ao Teatro Social e aos seus Espaços Sociais e a inferência do conhecimento para validação das acções de interacção. É também função da base de conhecimento assegurar mecanismos de inferência para validar a consistência dos Espaços Sociais e avaliar pedidos de adaptação das suas regras.

Ao nível dos requisitos, a base de conhecimento tem que assegurar um canal de comunicação e uma interface para permitir a sua integração com a plataforma dos Teatros Sociais, em particular, a comunicação com o bloco funcional de regulação. No que respeita à representação do conhecimento e mecanismos de inferência, a base de conhecimento necessita de ser implementada numa linguagem que permita a transformação da informação da plataforma dos Teatros Sociais de um modo directo, sem que tenham que ser operadas grandes transformações e tratamento dos dados.

Neste sentido, a base de conhecimento é implementada em linguagem *prolog* sendo utilizado o *Java Internet Prolog Server* (JIP Server) [10] para facilitar a sua integração com o ambiente aplicacional. A implementação da base de conhecimento utilizando o JIP Server garante uma interface programável em linguagem JavaTM o que assegura a comunicação com a plataforma dos Teatros Sociais.

Nas subsecções seguintes é apresentada a representação do conhecimento associado aos Teatros Sociais na base de conhecimento do sistema, bem como os mecanismos de inferência criados para validar a execução de acções de interacção, apoiando desta forma a função de regulação do regulador, prevista no modelo dos Teatros Sociais.

5.7.1 Representação do conhecimento

Na base de conhecimento é representado conhecimento sobre entidades estáticas e dinâmicas do sistema. O conhecimento é usado na validação do sistema após alterações ao ambiente de execução e na regulação da interacção social. Dada a natureza da base de conhecimento, o conhecimento é representado na forma de predicados *prolog*.

Os predicados *prolog* que representam o conhecimento têm por base a informação da entidade que representam, ou seja, o conhecimento registado reflecte as propriedades dos objectos do ambiente de execução.

A base de conhecimento contém conhecimento genérico sobre o Teatro Social. Deste conhecimento faz parte conhecimento sobre os serviços existentes e os utilizadores. O conhecimento associado a cada utilizador é representado pelo predicado:

```
user(USR_ID,NAME,SEX,BORN_DATE,NAC,JOB,FATHER,MOTHER) .
```

representando `USR_ID` o identificador do utilizador, `NAME` o seu nome, `SEX` o seu sexo, `BORN_DATE` a sua data de nascimento, `NAC` a sua nacionalidade, `JOB` a sua profissão principal, `FATHER` o nome do seu pai e `MOTHER` o nome da sua mãe. O conhecimento associado ao utilizador pode ser complementado mediante a caracterização da sua identidade no Teatro Social, introduzindo outros predicados associados à informação de contactos do utilizador, moradas, documentos de identificação, *hobbies* e interesses do utilizador.

Por seu lado o conhecimento associado às classes de serviços do Teatro Social é representado pelos predicados:

```
sysService(SRV_NAME) .  
basicService(SRV_NAME) .  
sspService(SRV_NAME,INST_ID) .  
genericService(SRV_NAME)
```

correspondendo respectivamente às classes de serviço de sistema, de interacção nos Teatros Sociais, de interacção nos Espaços Sociais e dinâmicos. Nos predicados apresentados `SRV_NAME` representa o nome do serviço e `INST_ID` o identificador da instância (no caso dos serviços dos Espaços Sociais). A cada serviço é

também associado conhecimento sobre as suas operações, sob a forma do predicado `srvOp(SRV_NAME, SRV_OP_NAME)`.

Além do conhecimento sobre o ambiente genérico, a base de conhecimento contém também conhecimento sobre cada instância de Espaço Social criado. Assim sendo, é representado conhecimento associado às instâncias activas dos Espaços Sociais, às suas regras, papéis e fluxo de interacção. Uma instância de um Espaço Social é representada pelos predicados:

```
socialSpace(SSP_ID, ID, SSP_NAME, SSP_DESC).
```

```
role(SSP_ID, ID, ROLE_NAME, APP, MODE, MIN, MAX, MAND, TK ).  
subRole(SSP_ID, ID, SROLE_ID).
```

```
sspWorkflow(SSP_ID, IWF_ID).  
sspIWFAction(IWF_ID, ACT_NAME)
```

```
fRule(SSP_ID, ID, NAME, ACT, RULE_NAME)  
fRuleRole(SSP_ID, ID, NAME, ROLE_NAME)  
fRuleAction(SSP_ID, ID, NAME, ACT_NAME)
```

```
oRule(SSP_ID, ID, NAME, ACT, RULE_NAME)  
oRuleRole(SSP_ID, ID, NAME, ROLE_NAME)  
oRuleAction(SSP_ID, ID, NAME, ACT_NAME)  
oRuleService(SSP_ID, ID, NAME, SRV_NAME, OP)
```

Cada um dos predicados é caracterizado pela mesma informação que caracteriza as entidades no Espaço Social. Por exemplo, o fluxo de interacção, representado pelos predicados `sspWorkflow` e `sspIWFAction` contem informação sobre a instância do Espaço Social, o identificador do fluxo de interacção e cada uma das suas actividades ou acções.

Em execução, o Espaço Social contem actores e um estado actual, que são representados como conhecimento pelos predicados `sspActor` e `sspState`, respectivamente. O conhecimento gerado nas interacções nos Espaços Sociais é também representado na base de conhecimento do sistema, nomeadamente as execuções de acções e serviços de interacção nos Espaços Sociais. A este nível há que considerar que dada a liberdade dos utilizadores no sistema, somente alguns dos pedidos de execução

de acções e serviços são levados a bom termo, uma vez que a sua execução é condicionada pelas regras do ambiente. Neste contexto, o conhecimento gerado não se restringe somente à execução das acções, mas sim ao pedido de execução e ao resultado, ou seja, à execução efectiva ou à não execução da acção ou serviço. Os pedidos de execução com sucesso são representados na forma:

```
executedAction(ES_ID,EXEC_ID,ACTION_NAME, USR_ID, ROLE,RES).
executedActionContent(ES_ID,EXEC_ID,TYPE,NAME,VALUE).
```

```
executedService(ES_ID,EXEC_ID,SRV_NAME, OP_NAME,USR_ID, ROLE,RES).
executedServiceContent(ES_ID, EXEC_ID,TYPE,NAME,VALUE).
```

em que `ES_ID` representa o identificador da instância do Espaço Social, `EXEC_ID` o identificador de execução da acção/serviço, `ACTION_NAME` o nome da acção, `USR_ID` o identificador do utilizador, `ROLE` o papel do utilizador, `RES` o resultado da execução da acção/serviço, `TYPE` o tipo dos conteúdos, `NAME` o nome associado aos conteúdos, `VALUE` o valor dos conteúdos, `SRV_NAME` o nome do serviço e `OP_NAME` a operação do serviço. O insucesso na execução de uma acção ou serviço é representado na forma:

```
notExecutedAction(ES_ID,EXEC_ID,ACTION_NAME, USR_ID, ROLE,RES).
notExecutedActionContent(ES_ID,EXEC_ID,TYPE,NAME,VALUE).
```

```
notExecutedService(ES_ID, EXEC_ID,SRV_NAME,OP_NAME,USR_ID,ROLE,RES).
notExecutedServiceContent(ES_ID, EXEC_ID,TYPE,NAME,VALUE).
```

De salientar que a diferença entre as execuções com e sem sucesso reside no nome do predicado.

5.7.2 Inferência de conhecimento

A base de conhecimento tem na ASTeaS um papel de suporte à plataforma dos Teatros Sociais, gerindo o conhecimento do sistema e apoiando a validação do ambiente de execução. O conhecimento gerido pela base de conhecimento permite a inferência de regras que validam algumas funções da plataforma dos Teatros Sociais, assegurando desta forma a consistência funcional do sistema.

Genericamente, a validação de consistência de um ambiente de execução passa pela implementação de pré-condições baseadas em algoritmos mais ou menos complexos

mediante a situação. Outros casos há em que a utilização de invariantes asseguram a consistência. No entanto, nenhuma destas hipóteses se adequa à ASTeaS. Em primeiro lugar, a utilização de pré-condições envolve o desenvolvimento de algoritmos específicos para a validação do ambiente, aumentando a sua complexidade e inflexibilidade à medida que aumentam os relacionamentos entre os componentes. Esta solução caracteriza-se pela sua inflexibilidade, uma vez que a alteração e evolução dos procedimentos associados à validação das pré-condições implicam a alteração dos algoritmos programáticos e consequentemente um elevado trabalho de manutenção. Por seu lado, a utilização de invariantes é aplicada a sistemas altamente transacionais em que as operações de causa-efeito são pouco comuns, ou seja, sistemas em que é realizado o registo de informação, sendo a consistência dessa informação verificada *à posteriori* uma vez que não afecta o funcionamento global do sistema.

A ASTeaS, em particular o seu núcleo funcional – a plataforma dos Teatros Sociais, caracteriza-se por um elevado número de dependências funcionais, havendo a necessidade de conjugar vários factores para efectuar as validações da consistência geral do ambiente bem como ao nível de cada Espaço Social nele inserido. Outro dos factores de relevo nos requisitos de validação da plataforma dos Teatros Sociais está relacionado com a flexibilidade do sistema, dada a sua capacidade de adaptação e dinâmica funcional.

Neste sentido, a validação do ambiente de interacção dos Teatros Sociais é implementada usando o paradigma lógico, conferindo um modelo para validação baseado em regras, definidas em linguagem declarativa e altamente flexíveis. Esta metodologia de validação do ambiente funcional garante flexibilidade e dinamismo, bem como uma forma simplificada de lidar com a complexidade das dependências funcionais do sistema.

A base de conhecimento inclui regras *prolog* para a validação de diversas operações do ambiente de execução que inferem o conhecimento sobre o sistema existente. A principal regra define a validação das regras de interacção e operação no âmbito do modelo de regulação dos Teatros Sociais. São também definidas regras para: a validação da adaptação das regras de interacção e operação das instâncias dos Espaços Sociais; a criação de instâncias de Espaços Sociais; a atribuição de papéis a

utilizadores assim como para a sua dissociação; o início de interacção num Espaço Social; a suspensão e destruição de instâncias de Espaços Sociais; e a consistência de carregamento dinâmico de serviços.

A regra que suporta o modelo de regulação de interacção social nos Espaços Sociais avalia as dependências das regras de interacção ou operação e determina se uma acção pode ser ou não executada. É avaliada a existência da acção no fluxo de interacção do Espaço Social, a permissão de execução da acção no estado actual do Espaço Social, a existência de um actor com o papel especificado e a validade da execução mediante as regras de interacção definidas para o Espaço Social. Esta validação requer que se verifique uma das seguintes situações: o comportamento por defeito das regras de interacção é a rejeição e existe uma regra de interacção que permite a execução da acção; o comportamento por defeito das regras de interacção é a aceitação e não existe nenhuma regra que não permita a execução da acção. A regra em *prolog* definida é apresentada em seguida:

```
canExecSSPAction(SSP_Instance_ID, Action, Role):-
    socialSpace(SSP_Instance_ID,_,_,_),
    sspActor(SSP_Instance_ID,_,Role),
    sspWorkflow(SSP_Instance_ID,IWF),
    sspIWFAction(IWF,Action),
    sspState(SSP_Instance_ID,Action),
    validFRforSSP(SSP_Instance_ID, Action,Role).

validFRforSSP(SSP_Instance_ID, Action,Role):-
    fRuleDefault(SSP_Instance_ID,'accept'),
    not(fRule(SSP_Instance_ID,RID,_, 'reject',RNAME),
        fRuleRole(SSP_Instance_ID,RID,RNAME,Role),
        fRuleAction(SSP_Instance_ID,RID,RNAME,Action)).

validFRforSSP(SSP_Instance_ID, Action,Role):-
    fRuleDefault(SSP_Instance_ID,'reject'),
    fRule(SSP_Instance_ID,RID,_, 'accept',RNAME),
    fRuleRole(SSP_Instance_ID,RID,RNAME,Role),
    fRuleAction(SSP_Instance_ID,RID,RNAME,Action).
```

No que concerne às regras para validação da criação de instâncias de Espaços Sociais, a regra *prolog* definida verifica se existe conhecimento suficiente sobre o Espaço

Social para validar a instância, ou seja, certifica que existe conhecimento sobre os papéis, fluxo de interação e regras de interação e operação do Espaço Social. A consistência da instância do Espaço Social é também avaliada efectuando uma verificação das dependências ao nível das regras do Espaço Social, em particular a existência dos papéis, acções e serviços referenciados pelas regras.

A adaptação das regras de interação e operação dos Espaços Sociais é validada seguindo o mesmo princípio da criação dos Espaços Sociais, ou seja, são validadas as dependências das regras, nomeadamente a existência dos papéis, acções e serviços do Espaço Social. É também tida em conta a prioridade da regra, uma vez que as regras definidas como leis do Espaço Social não podem ser adaptadas.

Relativamente às regras para validação de atribuição e dissociação de papéis a utilizadores em instâncias de Espaços Sociais é avaliada a existência de conhecimento sobre o utilizador e o papel que pretende desempenhar na instância do Espaço Social, bem como a possibilidade de atribuição do papel. Essa atribuição está condicionada às características do papel, em particular o número máximo e mínimo de instâncias existentes, o tipo de atribuição (na criação do Espaço Social ou em tempo de execução), o modo de atribuição (a atribuição do papel é única, ou seja efectuada uma e uma só vez no ciclo de vida do Espaço Social, ou múltipla) e as regras operacionais associadas à atribuição do papel segundo o pseudo-serviço *admission*, sobre o qual existe conhecimento na base de conhecimento mas não existe como serviço real na plataforma dos Teatros Sociais.

Finalmente, nas regras para validação de início de interação, suspensão e destruição de instâncias de Espaços Sociais e as regras para validação de consistência de carregamento dinâmico de serviços são verificadas questões genéricas de conflito entre o conhecimento existente e o novo conhecimento gerado com tais operações.

5.8 Repositório

O repositório é o componente da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais responsável por garantir a persistência da informação do sistema. A função principal deste componente é armazenar dados, meta-dados e conteúdos dos Teatros Sociais, garantindo o pleno funcionamento do sistema.

A implementação do repositório requer uma análise dos requisitos de dados do sistema bem como a especificação da sua representação. Dada a complexidade do sistema e as necessidades de transformações e adaptações de dados, o formato de representação dos dados na arquitectura tem como requisito permitir uma fácil transformação e extracção de dados. Neste sentido, é definida a linguagem XML como linguagem para representação da informação na arquitectura o que confere uma representação de dados padronizada na arquitectura dos Teatros Sociais e assegura mecanismos de transformação simples. A linguagem XML permite ainda a definição da estrutura dos dados através de *XML Schemas*, o que representa uma vantagem ao nível da validação sintáctica dos dados bem como permite o desenvolvimento facilitado de mecanismos de validação semântica. No entanto, existem dados estruturantes da arquitectura que podem ser representados segundo o modelo tradicional, numa base de dados relacional. Existem ainda dados binários associados a conteúdos ou artefactos cuja persistência pode ser garantida com base em sistemas de ficheiros, devidamente referenciados pela sua meta-informação.

Neste contexto, identificam-se três tipos de dados na ASTeaS:

- Dados do sistema – dados estruturantes da arquitectura, registados segundo o modelo relacional.
- Dados do ambiente – dados associados aos ambientes de interacção, representados por documentos XML e definidos estruturalmente por *XML Schemas*.
- Artefactos – Objectos binários associados a meta-informação registada como dados do ambiente. São guardados como ficheiros no sistema de ficheiros do sistema.

O repositório é implementado recorrendo a um sistema híbrido que conjuga o relacionamento entre dados registados segundo o modelo relacional, documentos XML e ficheiros. Dados os requisitos, foi seleccionado o sistema de gestão de bases de dados *Oracle 10g* [126] para suportar estes componentes. A selecção deste sistema está também relacionada com a disponibilidade de *drivers* para efectuar conexões ao sistema a partir de aplicações desenvolvidas em linguagem JavaTM, bem como pela robustez do sistema.

Nas subsecções seguintes é apresentada uma análise de requisitos de dados da AS-TeaS, e o modelo físico implementado pelo repositório do sistema.

5.8.1 Modelo conceptual

A arquitectura dos Teatros Sociais necessita de manter informação sobre várias entidades e componentes funcionais do sistema.

Em primeiro lugar, o modelo dos Teatros Sociais é um modelo centrado nos utilizadores e nas suas necessidades, definindo a identidade do utilizador com base na sua informação do mundo real. A informação sobre os utilizadores do sistema é informação essencial ao funcionamento do sistema, devendo portanto ser registada no repositório. A identidade de um utilizador inclui, como definido pelo modelo dos Teatros Sociais, informação sobre a identidade real dos utilizadores, nomeadamente o seu nome, morada, data de nascimento, contactos, interesse, hobbies, documentos de identificação e habilitações. Associada a esta informação, o utilizador dispõe de credenciais para se autenticar no sistema, que lhe conferem o acesso à sua identificação como utilizador do Teatro Social. Esta informação é crucial ao funcionamento do sistema, sendo por esta razão definida como dados do sistema. Os utilizadores do sistema podem também formar grupos, que são caracterizados pelos utilizadores que pertencem ao grupo, um nome e um identificador.

Um dos elementos fundamentais do modelo dos Teatros Sociais são os Espaços Sociais. Os Espaços Sociais são ambientes criados dinamicamente com base na sua meta-informação. Deste modo, o repositório deve conter a meta-informação associada aos Espaços Sociais, assegurando que essa informação é disponibilizada ao ambiente de execução para a criação dos Espaços Sociais. Os Espaços Sociais, como descrito no modelo dos Teatros Sociais, são definidos pelos seus papéis, regras e fluxo de interacção. Os papéis são caracterizados por um identificador, um nome, um número mínimo de instâncias e o seu número máximo, bem como um conjunto de propriedades que definem a sua aplicabilidade. Relativamente às regras dos Espaços Sociais, o modelo dos Teatros Sociais distingue entre regras de interacção e regras de operação, pelo que esta diferenciação deve reflectir-se na representação dos dados. Por último, A especificação do fluxo de interacção define o formato de descrição

deste componente dos Espaços Sociais. Estes componentes integram-se nos dados do ambiente definidos para o repositório da ASTeaS.

A ASTeaS, em particular a plataforma dos Teatros Sociais, suporta um conjunto de serviços básicos de interacção, os quais requerem informação persistente, em particular os serviços de histórico, conversação, espaço partilhado e manipulação de artefactos. Os serviços de histórico necessitam de registar os factos mais importantes que ocorrem nos Espaços Sociais, estando esta informação directamente relacionada com o Espaço Social em que ocorrem os eventos. Por seu lado, os serviços de conversação e espaço partilhado suportam em parte o serviço de histórico registando as mensagens trocadas entre os utilizadores e a informação que é colocada em cada Espaço Social nas áreas colaborativas criadas. O serviço de manipulação de artefactos requer que os artefactos sejam registados no repositório, e no caso particular da manipulação de artefactos nos Espaços Sociais que essa informação seja associada ao ambiente ao qual os artefactos pertencem.

Finalmente, existem componentes que são carregados dinamicamente pela plataforma dos Teatros Sociais cuja meta-informação necessita de ser persistente no sistema e consequentemente armazenada no repositório. Entre estes componentes destacam-se os serviços genéricos e os filtros de adaptação. Os serviços genéricos são caracterizados pelo seu nome, tipo (local ou remoto) e a sua componente funcional ou a URL para a sua localização na rede. No que respeita aos filtros de adaptação, o sistema regista informação sobre o nome do filtro, o tipo de conteúdos de entrada, o tipo de conteúdos de saída e o componente funcional que implementa o filtro.

A informação está organizada no repositório como descrito no modelo físico, apresentado na secção seguinte.

5.8.2 Modelo físico

Na Figura 5.21 é apresentado o modelo físico do repositório da ASTeaS.

Segundo este modelo o repositório é uma base de dados relacional, no entanto existem algumas relações cujos atributos são documentos XML e outros em que são referências para o sistema de ficheiros. No caso de atributos definidos como documentos XML, na definição das relações os atributos são definidos como sendo do

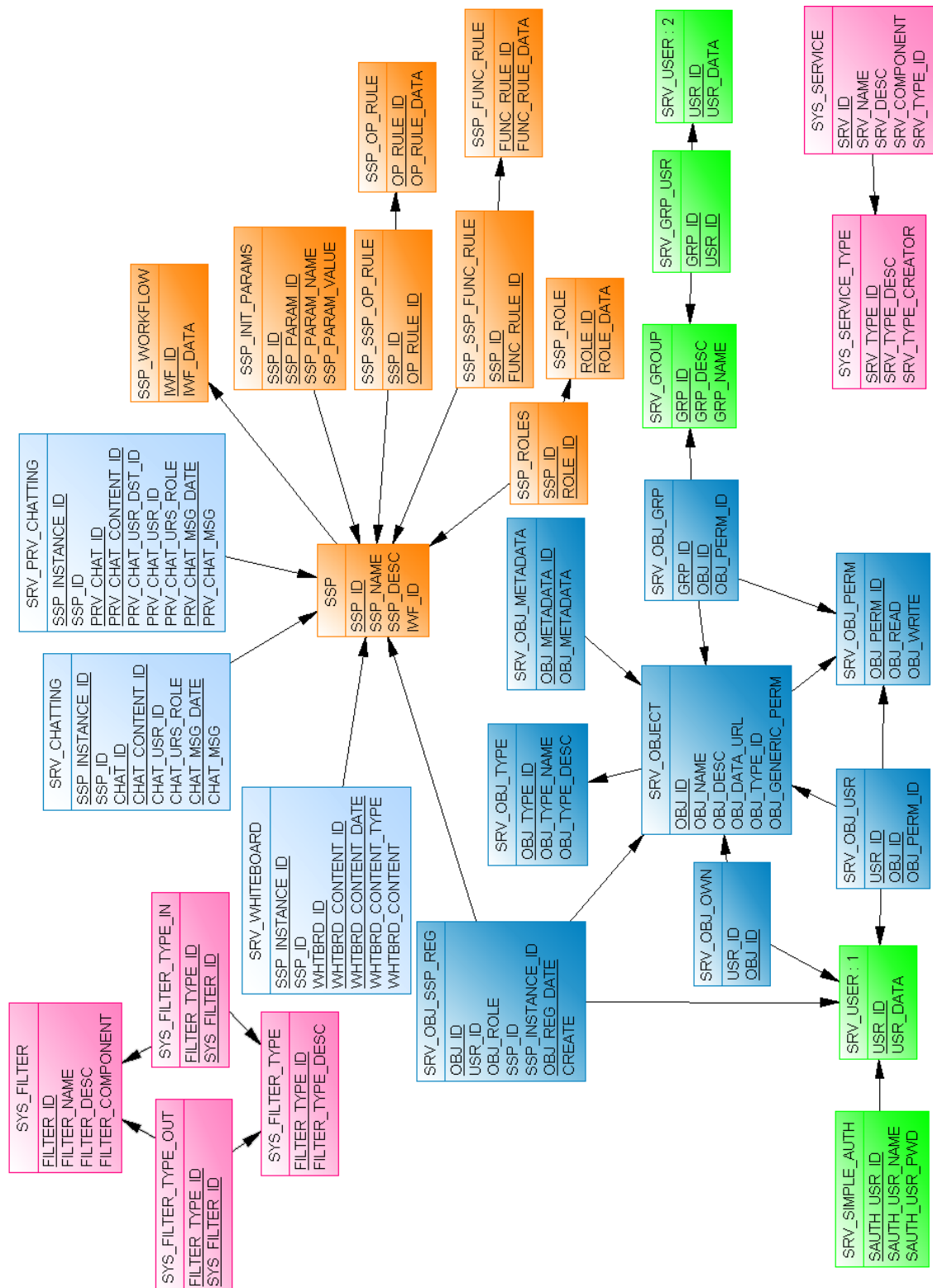


Figura 5.21 – Modelo físico do repositório

tipo XML segundo o *XML Schema* associado aos documentos, garantindo desta forma que o repositório efectue a validação estrutural dos dados. Esta validação é complementar às validações semânticas e de dependências que, como anteriormente mencionado, estão delegadas sobre o gestor de conexão ao repositório da plataforma dos Teatros Sociais. Por seu lado, as referências ao sistema de ficheiros seguem o mesmo princípio de validação, sendo definidos no sistema como uma referência.

A maioria dos elementos representados na plataforma dos Teatros Sociais como objectos carregados dinamicamente pelo gestor de carregamento dinâmico de componentes são representados como documentos XML (Apêndice A). Deste modo, utilizadores, papéis, fluxos de interacção e regras operacionais e de interacção são definidas com base nos respectivos *XML Schemas* estando associados respectivamente aos campos `USR_DATA` da tabela `SRV_USER`, `ROLE_DATA` da tabela `SSP_ROLE`, `IWF_DATA` da tabela `SSP_WORKFLOW`, `OP_RULE_DATA` da tabela `SSP_OP_RULE` e `FUNC_RULE_DATA` da tabela `SSP_FUNC_RULE`.

No modelo físico são ainda de destacar os relacionamentos entre utilizadores, objectos, grupos e permissões, que asseguram o funcionamento do serviço de manipulação de artefactos (nomeados objectos ao nível do modelo físico do repositório) garantindo também que os artefactos só são manipulados mediante as permissões que os utilizadores ou grupos que os possuem lhes associam. Segundo o modelo de permissões implementado, podem ser dadas permissões de leitura e alteração a utilizadores e grupos.

Os restantes dados são representados segundo o modelo relacional, sendo os tipos de dados consistentes com o seu tipo no ambiente applicacional da plataforma dos Teatros Sociais.

6

Casos de estudo e avaliação

«Testing? What's that?

If it compiles, it is good, if it boots up, it is perfect.»

Linus Torvalds

Neste capítulo é apresentada a validação do modelo dos Teatros Sociais e da arquitectura de suporte desenvolvida. Introdutoriamente são apresentadas as principais linhas de orientação para a validação do sistema, sendo posteriormente apresentada em pormenor a metodologia de validação seguida. A apresentação começa por introduzir os casos de estudo utilizados para a realização de experiências com utilizadores reais. Em seguida são descritas as experiências realizadas, introduzindo o ambiente de testes utilizado e detalhando a avaliação efectuada ao ambiente de execução, incluindo os resultados da avaliação qualitativa e das medidas quantitativas de desempenho do sistema e avaliação da regulação da interacção social.

6.1 Introdução

O modelo dos Teatros Sociais define um ambiente integrador de vários espaços de interacção social que partilham um modelo de regulação de interacção social que é dinamicamente adaptável às necessidades dos utilizadores. A arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais desenvolvida implementa o modelo dos Teatros Sociais, permitindo a criação dinâmica de Espaços Sociais, bem como o carregamento dinâmico de serviços de interacção e outros componentes necessários ao funcionamento da arquitectura, com base em meta-informação guardada no repositório do sistema.

A avaliação do modelo dos Teatros Sociais, na perspectiva de um modelo para a criação de ambientes de interacção social regulada, requer a adopção de metodologias adequadas, bem como uma estratégia adaptada à avaliação deste tipo de ambientes. A avaliação de ambientes de interacção social, em particular de comunidades virtuais, pode ser efectuada, segundo Preece [162], com base em cinco abordagens:

- Opinião dos utilizadores – os ambientes de interacção social são criados para os seus utilizadores, sendo a sua opinião crucial na avaliação do sistema. A opinião dos utilizadores sobre o ambiente é expressa de forma espontânea, não seguindo nenhum princípio, constituindo uma avaliação empírica do ambiente. Esta avaliação empírica é muitas vezes tida em consideração para a adaptação dos ambientes de interacção, no sentido de a melhor satisfazerem as necessidades dos seus utilizadores.
- Inquéritos e entrevistas – a realização de inquéritos e entrevistas aos utilizadores permite obter a opinião dos utilizadores sobre questões específicas que se pretende avaliar no ambiente de interacção, sendo na maioria das vezes complementar ao método experimental para a avaliação dos ambientes de interacção.
- Observação – a observação do comportamento dos utilizadores no ambiente de interacção permite avaliar a sua utilização do ambiente. Este tipo de abordagem é normalmente utilizado na antropologia e na etnografia.
- Métricas e registo de dados – a utilização de métricas e registos de dados sobre

a utilização do sistema permitem avaliar o sucesso do ambiente de interacção.

- Experiências – o método experimental de avaliação de ambientes de interacção é utilizado para estudar comportamentos dos utilizadores e do próprio ambiente, através de variações de parâmetros do ambiente em condições controladas. A utilização deste método passa pela formulação de uma hipótese e da realização de experiências que permitam comprovar a hipótese formulada. Nesta abordagem, a selecção dos participantes e o planeamento das experiências são essenciais para a obtenção de resultados que comprovem a hipótese formulada.

Por outro lado, a avaliação de sistemas de *groupware* é classificada por Pinelle [157] com base em cinco áreas: tipo de avaliação, características da avaliação, técnicas de recolha de dados, enquadramento da avaliação no ciclo de desenvolvimento de software e tipo de conclusões retiradas da avaliação. Ao nível do tipo de avaliação o autor referencia o trabalho de McGrath [137], destacando três estratégias: experiências de campo, experiências laboratoriais e casos de estudo. Segundo o autor, a avaliação pode ser classificada segundo o rigor da manipulação experimental bem como o rigor das medidas experimentais, distinguindo entre avaliação formativa e sumativa, e avaliação qualitativa e quantitativa. As técnicas de recolha de dados referenciadas no trabalho de Pinelle englobam sete técnicas, destacando-se a observação, entrevistas, discussão e questionários. No que respeita ao enquadramento da avaliação no ciclo de desenvolvimento de software, são consideradas 6 potenciais fases de avaliação, divididas entre a fase de desenvolvimento e a fase final. Na fase de desenvolvimento são consideradas avaliações periódicas, avaliações contínuas e avaliação do protótipo. Na fase final do desenvolvimento incluem-se a avaliação final do software e as avaliações periódicas e contínuas do software após o desenvolvimento. Por último, são incluídas nos tipos de conclusões um conjunto de oito tipos de foco da avaliação, sendo de realçar a satisfação dos utilizadores na utilização do software e as interacções do utilizador com o sistema.

Ao nível da avaliação de sistemas colaborativos, é de evidenciar o trabalho de Herskovic [101], que salienta o facto da avaliação destes sistemas não ser actualmente um problema completamente solucionado. A autora apresenta um conjunto de métodos

usualmente utilizados na avaliação de sistemas na área do trabalho cooperativo suportado por computador, propondo uma estratégia de aplicação dos métodos mediante o esforço e o tempo dedicados ao processo de avaliação.

Com base nestas premissas, a avaliação do modelo dos Teatros Sociais passou pela preparação de experiências com o objectivo de comprovar a validade do ambiente de interacção ao nível da coordenação, regulação e adaptação dinâmica dos ambientes de interacção social. Foram criados dois casos de estudo que visaram a criação de Espaços Sociais, nos quais decorreram experiências com utilizadores reais. No sentido de avaliar os parâmetros em análise foram conduzidos inquéritos aos utilizadores que colaboraram nas experiências. Com base na análise dos resultados obtidos foram retiradas conclusões sobre a validade do modelo desenvolvido.

Nesta avaliação foi utilizada como base tecnológica a arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais desenvolvida. Por seu lado, a ASTeaS foi também objecto de avaliação. Constituindo um sistema de software, a ASTeaS foi avaliada com base no seu comportamento funcional e no seu desempenho. Esta avaliação contemplou uma análise qualitativa do sistema, complementada por métricas quantitativas do desempenho das suas funções principais, em particular a criação dinâmica de Espaços Sociais, a criação de sessões de utilizador, a entrada num Espaço Social e a execução de acções de interacção.

Neste capítulo é apresentada em detalhe a avaliação do modelo dos Teatros Sociais e da arquitectura de suporte desenvolvida. Inicialmente são apresentados os casos de estudo criados para a realização de experiências com utilizadores para a avaliação da regulação de interacção social, sendo posteriormente pormenorizadas as experiências realizadas e apresentada a análise e conclusões sobre a validade do modelo e do sistema desenvolvido.

6.2 Casos de estudo

A avaliação do modelo dos Teatros Sociais é baseada na criação de dois casos de estudo que servem de base à observação do funcionamento global do sistema e a experiências realizadas com utilizadores reais. A criação de casos de estudo tem

também como objectivo demonstrar o funcionamento da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais, nomeadamente os mecanismos de instanciação dinâmica de Espaços Sociais e os mecanismos de adaptação dinâmica da regulação de interacção social dos ambientes.

A utilização de uma metodologia experimental para a avaliação do modelo dos Teatros Sociais requer a criação de ambientes de interacção social nos quais os utilizadores possam interagir em condições controladas. Neste contexto foram criados dois casos de estudo, associados a duas situações de interacção, controladas que permitem a avaliação da coordenação, regulação e adaptação dinâmica da interacção social nos Espaços Sociais. Os casos de estudo criados diferem na complexidade e flexibilidade, pretendendo-se com o primeiro caso de estudo, a apresentação de um artigo numa conferência, criar um ambiente simples, em que a interacção é intuitiva, permitindo deste modo aos utilizadores que participam nas experiências ambientarem-se aos ambientes criados com base no modelo dos Teatros Sociais. Este caso de estudo tenciona avaliar a coordenação e regulação dos ambientes de interacção social, não incluindo a adaptação dinâmica da regulação da interacção social. A situação criada pelo segundo caso de estudo, uma aula, revela-se mais complexa e pretende avaliar a coordenação, regulação e adaptação dinâmica da interacção social nos Espaços Sociais.

A escolha das situações retratadas nos casos de uso está directamente relacionada com o universo de utilizadores a que se destinam os ambientes de interacção social. A amostra de utilizadores reais que se disponibilizaram para a realização da experiência são na sua maioria pertencentes à comunidade académica (docentes, investigadores e alunos), pelo que a escolha das situações para os casos de uso recaiu sobre situações relacionadas com a sua actividade. Neste sentido foram escolhidas duas situações familiares para os utilizadores: a apresentação de um artigo numa conferência e uma aula.

As situações usadas nos casos de estudo não pretendem ser *per si* objecto de estudo deste trabalho, mas sim exemplos de aplicação do modelo desenvolvido. Neste contexto há que salientar que a criação de ambientes virtuais de interacção é processo complexo e multidisciplinar, que engloba pelo menos uma componente tecnológica

e uma componente sociológica. A componente tecnológica garante o suporte tecnológico necessário à criação do ambiente virtual de interacção, ao passo que a componente sociológica avalia as relações entre os participantes no ambiente e as suas necessidades de interacção. Deste modo, o modelo dos Teatros Sociais pode ser visto como uma separação de conceitos, no qual a definição das meta-estruturas de criação dos Espaços Sociais constitui um processo sociológico, ao passo que o ambiente de execução dos Espaços Sociais é a solução tecnológica de suporte. A implementação da ASTeaS é claramente uma solução tecnológica, sendo a especificação dos casos de estudo, em particular de cada situação em avaliação uma questão sociológica cuja avaliação não se enquadra no âmbito deste trabalho. A ênfase da avaliação dos casos de estudo recai na forma como os utilizadores executam as acções e no comportamento do sistema nessas situações, sendo alheias as questões das acções que são definidas e da forma como estão organizadas.

Os casos de estudo criados são implementados como Espaços Sociais na ASTeaS, definindo as meta-estruturas para a criação dos ambientes. Os Espaços Sociais garantem que a interacção nos ambientes criados é regulada segundo o modelo de regulação dos Teatros Sociais, sendo também possível a adaptação dinâmica das regras que regem a regulação. A definição das meta-estruturas dos Espaços Sociais relativos a cada caso de estudo permite ainda a instanciação dinâmica dos ambientes e a consequente validação dos mecanismos associados a esse processo.

A apresentação de cada caso de estudo começa por definir o ambiente, ou seja, identificar e descrever os componentes do Espaço Social: os seus papéis, regras e fluxo de interacção. Posteriormente é descrito e avaliado o ambiente de execução do Espaço Social na ASTeaS, com particular destaque para a instanciação dinâmica dos ambientes, a execução de actividades de interacção e, no segundo caso de estudo, a adaptação dinâmica da regulação da interacção social.

6.2.1 Apresentação de um artigo numa conferência

O caso de estudo “*Apresentação de um artigo numa conferência*” tem como objectivo criar um ambiente de interacção simples, com um fluxo de interacção perceptível aos utilizadores, com base no qual é avaliada a coordenação e regulação da interacção

social nos Espaços Sociais, segundo o modelo dos Teatros Sociais. Complementarmente, este caso de estudo demonstra as funcionalidades da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais desenvolvida.

Este caso de estudo apresenta uma situação comum na comunidade académica e científica sem no entanto pretender aprofundar o estudo sobre a interacção nestes ambientes. Para a criação deste caso de estudo foram tidas em consideração noções empíricas desta situação, dado que o principal foco do caso de estudo é o modelo de interacção e a regulação da interacção social, ou seja, a forma como são efectuadas as actividades no ambiente e não as actividades em si nem a sua organização. Neste sentido, a descrição do caso de estudo inclui um conjunto de pressupostos sobre as actividades que tem lugar no ambiente que são tidos em consideração na criação do fluxo de interacção e na respectiva coordenação das actividades.

Definição do Espaço Social

Na situação considerada neste Espaço Social, a apresentação de um artigo numa conferência, existem normalmente três tipos de participantes: o autor do artigo que apresenta o seu trabalho (**autor**), o moderador da sessão em que o artigo é apresentado (**moderador**) e a audiência a quem se destina a apresentação, normalmente constituída por membros da comunidade científica que se inscreveram na conferência (**audiência**). De entre estes três tipos de participantes, é normal que nesta situação só exista um autor de artigo e um moderador da sessão. Todavia, o número de participantes pertencentes à audiência é geralmente ilimitado, ou em situações reais, limitado ao número máximo de lugares existentes na sala onde decorre o evento. É ainda de salientar que o funcionamento do ambiente é condicionado pela presença do moderador e do autor do artigo, sem os quais, dadas as suas funções, não poderá decorrer a sessão.

Com base nestes pressupostos, são identificados três papéis no Espaço Social “*Apresentação de um artigo numa conferência*”: **autor**, **moderador** e **audiência**, que são caracterizados em linguagem XML segundo a especificação de dados da plataforma dos Teatros Sociais (Apêndice A), como apresentado na Figura 6.1.

Na caracterização dos papéis do Espaço Social é de salientar que os papéis **autor**

<pre> <tns:role id="0"> <name>autor</name> <application>unique</application> <mode>fix</mode> <instances> <min>1</min> <max>1</max> </instances> <mandatory>true</mandatory> <takeMode>onCreation</takeMode> </tns:role> </pre> <p style="text-align: right;">a</p>	<pre> <tns:role id="1"> <name>moderador</name> <application>unique</application> <mode>fix</mode> <instances> <min>1</min> <max>1</max> </instances> <mandatory>true</mandatory> <takeMode>onCreation</takeMode> </tns:role> </pre> <p style="text-align: right;">b</p>	<pre> <tns:role id="2"> <name>audiencia</name> <application>multiple</application> <mode>fix</mode> <instances/> <mandatory>false</mandatory> <takeMode>runtime</takeMode> </tns:role> </pre> <p style="text-align: right;">c</p>
--	--	--

Figura 6.1 – Representação em linguagem XML dos papéis do Espaço Social “*Apresentação de um artigo numa conferência*” – (a) autor (b) moderador (c) audiência.

e **moderador** são de atribuição única, mandatária e obrigatoriamente atribuídos na instanciação do Espaço Social.

No que concerne às acções do Espaço Social e à sua organização, são consideradas duas fases principais no desenrolar da interacção no ambiente: a apresentação do artigo e a sessão de questões.

Na fase de apresentação do artigo, o autor do artigo apresenta o seu trabalho, recorrendo aos serviços de interacção disponibilizados, nomeadamente o serviço de conversação e o serviço de espaço partilhado. O serviço de conversação permite ao autor expor o seu trabalho à audiência, enviando mensagens de um-para-muitos. Por seu lado, o serviço de espaço partilhado, ou *whiteboard*, assegura um espaço onde o autor pode colocar artefactos que auxiliem a apresentação, em particular imagens, gráficos, ou mesmo, uma apresentação digital. Nesta fase intervem também o moderador, que de certo modo regula as actividades do autor, assegurando-se que este não ultrapassa o tempo previsto da apresentação podendo para tal interromper ou mesmo finalizar a apresentação. Neste contexto, são identificadas na fase de apresentação do artigo as seguintes acções de interacção que representam as actividades descritas: **falarAudiencia**, **utilizarWhiteboard**, **interromperApresentação** e **finalizarApresentação**.

Na segunda fase da interacção no Espaço Social, a sessão de questões, os principais intervenientes na interacção são a audiência e o autor do artigo. À audiência cabe a função de interpor questões ao autor do artigo, cabendo a este dar a respectiva resposta. Os membros da audiência podem também comentar o trabalho do autor do artigo. Estas interacções são moderadas pelo moderador que

autoriza cada um dos membros da audiência a interpor a sua questão ao autor ou comentar o seu trabalho, assim como terminar a sessão de questões quando o tempo destinado para o efeito tenha terminado ou não haja mais questões ou comentários por parte da audiência. O moderador pode também intervir na interacção para moderar a sessão de interacção, nomeadamente em situações em que o assunto da sessão começar a divergir ou para terminar a sessão. No sentido de organizar esta fase da interacção são definidas doze acções de interacção no fluxo de interacção do Espaço Social: *interporQuestão*, *responderQuestão*, *comentar*, *moderar*, *terminarQuestões*, *requererComentário*, *requererQuestão*, *permitirQuestão*, *permitirComentário*, *permitirResposta*, *fimQuestao* e *fimComentario*.

As acções de interacção identificadas anteriormente são organizadas segundo o fluxo de interacção apresentado graficamente na Figura 6.2.

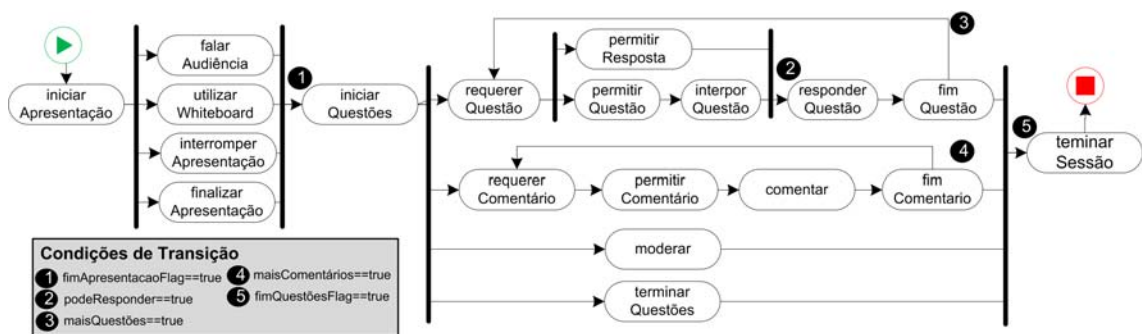


Figura 6.2 – Representação gráfica do fluxo de interacção do Espaço Social “*Apresentação de um artigo numa conferência*”

O Espaço Social “*Apresentação de um artigo numa conferência*” é um ambiente virtual de interacção social regulada que se rege pelo modelo dos Teatros Sociais, pelo que a definição das políticas de sociabilização do ambiente passam pela especificação de regras de operação e interacção do Espaço Social. São definidas para o Espaço Social as seguintes regras de operação:

- Todos os participantes, independentemente do seu papel no Espaço Social podem consultar o espaço partilhado a qualquer momento da interacção e receber mensagens, sendo permitido para o efeito registarem a recepção de

eventos sobre, respectivamente, os serviços de *whiteboard* e conversação do Espaço Social. (RO1).

- O pseudo-serviço *admission*, que permite a entrada de utilizadores no Espaço Social, pode ser utilizado em qualquer momento da interacção. (RO2)
- No decorrer das acções *falarAudiencia*, *utilizarWhiteboard*, *interromperApresentação* e *finalizarApresentação* não é permitido aos utilizadores a utilização de qualquer serviço de interacção do Espaço Social (RO3).

A prioridade das regra RO1 e RO2 é superior à regra RO3, o que garante que estas constituam situações de excepção. É definido pela especificação das regras de operação do Espaço Social que caso nenhuma regra de operação seja aplicável o comportamento por omissão é a aceitação do pedido de execução do serviço.

Em relação às regras de interacção do Espaço Social é definido que:

- As acções *falarAudiencia*, *utilizarWhiteboard* e *responderQuestão* são exclusivas do actor *autor* não podendo ser executadas por nenhum outro actor. (RI1).
- Os actores *moderador* e *audiência* podem executar as acções *interporQuestão* e *comentar*. (RI2).
- São exclusivas do actor *moderador* as acções *interromperApresentação*, *iniciarApresentação*, *permitirQuestão*, *permitirComentário* e *permitirResposta*, *terminarQuestões*, *moderar*, *iniciarQuestões*, *fimQuestao*, *fimComentario* e *terminarSessão*. (RI3)
- Os actores *autor* e *moderador* têm permissão para a execução da acção *finalizaApresentação*. (RI4)
- As acções *requererComentário* e *requererQuestão* são executadas somente pelo actor *audiência*. (RI5)

No caso de nenhuma regra de interacção ser aplicável, o comportamento por omissão consiste na rejeição da execução das acções de interacção.

Os papéis, fluxo de interacção e regras representam a meta-informação do Espaço Social utilizada para a sua instanciação. A especificação completa em linguagem

XML do Espaço Social pode ser consultada no Apêndice C.1. Com base nesta informação, o ambiente de execução, mais propriamente a plataforma dos Teatros Sociais, pode, a pedido de um utilizador pertencente ao grupo de administração, criar instâncias do Espaço Social. Na secção seguinte é descrito o processo de instanciação do Espaço Social deste caso de estudo e analisado o comportamento previsto para a sua actividade.

Ciclo de vida e ambiente de execução do Espaço Social

A análise do ciclo de vida e ambiente de execução do Espaço Social do caso de estudo passa pela criação de uma instância do Espaço Social. Este processo é desencadeado por um pedido de um utilizador pertencente ao grupo de administração do sistema, através da interface de gestão do ambiente e consiste na criação dinâmica dos componentes necessários ao funcionamento do Espaço Social segundo a sua meta-descrição anteriormente descrita. O processamento do pedido de instanciação do Espaço Social é efectuado pela plataforma dos Teatros Sociais, sendo extraída do repositório a meta-informação associada ao Espaço Social de forma a que o gestor de carregamento dinâmico de componentes possa proceder à sua instanciação e ao seu registo na base de conhecimento da ASTeaS. Fazem parte dos componentes essenciais ao funcionamento do Espaço Social os seus papéis, as suas regras e o seu fluxo de interacção. O processo de instanciação segue os princípios descritos no Capítulo 5, requerendo, como definido pela sua meta-informação, a criação dos actores **moderador** e **autor** do artigo, pela associação dos papéis aos utilizadores que os vão desempenhar.

Após a instanciação do Espaço Social, o seu fluxo de interacção encontra-se inicializado e a primeira acção que pode ser executada é **iniciarApresentação**, podendo ser executada somente pelo actor **moderador** (IR3). Em situações reais, o moderador da sessão aguarda até que exista audiência suficiente para dar início à sessão, o que pode ser transportado para o mundo virtual, em particular para esta instância do Espaço Social, uma vez que a apresentação do artigo só é iniciada após o moderador executar a acção **iniciarApresentação**. Será conveniente referir que os utilizadores do Teatro Social podem entrar nesta instância do Espaço Social em qualquer altura

da interacção, como definido pela regra de operação (RO2).

A execução da acção `iniciarApresentação` é seguida da apresentação do artigo pelo utilizador a desempenhar o papel de `autor`. No desempenho do seu papel, o actor pode executar as acções `falarAudiencia`, `utilizarWhiteboard`, como especificado pela regra de interacção RI1. No caso de qualquer outro utilizador a desempenhar um papel que não o de `autor` efectuar um pedido para execução de uma destas acções, o sistema negará a sua execução, uma vez que o regulador, ao inferir a base de conhecimento sobre a validade da execução da acção, obterá uma resposta negativa. É de salientar que nesta fase da interacção todos os actores do Espaço Social têm informação sobre as acções que podem ser executadas, ou seja, as acções `falarAudiencia`, `utilizarWhiteboard`, `interromperApresentação` e `finalizarApresentação`. No entanto, segundo as regras de interacção, somente os actores `autor` e `moderador` poderão interagir, sendo este o papel deste último restrito à execução das acções `finalizarApresentação` e `interromperApresentação` (RI3 e RI4).

A interacção desenrola-se nesta fase da instância do Espaço Social até ser executada a acção `finalizarApresentação` ou `interromperApresentação`. A partir deste momento, e segundo a regra de interacção RI3, caberá ao actor `moderador` iniciar a sessão de questões (acção `iniciarQuestões`). Tal como definido anteriormente, a segunda fase do Espaço Social é caracterizada pela interacção entre os actores `audiência` e `autor`. Os actores `audiência` podem requerer ao moderador a colocação de uma questão ao autor do artigo, que responderá quando o moderador o permitir. Esta sequência de interacções é efectuada executando a sequência de acções¹ `requererQuestão` (`audiência`), `permitirQuestão` (`moderador`), `interporQuestão` (`audiência`), `permitirResposta` (`moderador`) e `responderQuestão` (`autor`). O plano de sociabilização definido pelas regras de interacção do Espaço Social e pelo próprio fluxo de interacção permitem que na sessão de questões possam ser colocadas ao autor do artigo um número arbitrário de questões. Este comportamento pode ser alterado mediante a inclusão de uma propriedade do fluxo de interacção

¹Entre parêntesis encontram-se os actores que podem executar cada uma das acções referidas

que defina o limite das questões a colocar, sendo o seu valor determinado na instanciação do Espaço Social. Deste modo fica patente a necessidade de flexibilizar o fluxo de interacção de forma a que seja suficientemente permissivo para que as restrições sejam somente impostas ao nível das regras de interacção ou da instanciação do Espaço Social.

A execução da acção `terminarQuestões` permite ao actor `moderador` concluir a fase de questões. A interacção no Espaço Social é concluída com a execução da acção `terminarSessão`. Uma vez executada esta acção, a informação sobre a instância do Espaço Social é registada usando o serviço de histórico dos Teatros Sociais. Após a conclusão da execução do serviço, os recursos utilizados pela instância são desalocados, ou seja, são destruídos os componentes da instância do Espaço Social, sendo concluído o seu ciclo de vida.

No ciclo de vida das instâncias do Espaço Social “*Apresentação de um artigo numa conferência*” existe um ponto que merece particular destaque: o abandono do Espaço Social por parte dos actores `autor` e `moderador`. Como definido pelos papéis, estes actores são mandatários no Espaço Social, pelo que a sua presença no Espaço Social é essencial. Deste modo, não é permitido o abandono do Espaço Social por estes actores, o que implica que devam permanecer no Espaço Social até que termine a interacção. No entanto, o Espaço Social pode ser suspenso de forma a flexibilizar a sua presença no ambiente. Por outro lado, o ambiente de execução avalia a comunicação dos actores, detectando possíveis desconexões motivadas por problemas de conectividade. Nestes casos o Espaço Social é suspenso por um período determinado de tempo (definido na configuração da ASTeaS) após o qual é destruída, caso os actores não “regressem” ao ambiente da instância do Espaço Social.

6.2.2 Aula

O segundo caso de estudo visa a criação de um Espaço Social para a avaliação da coordenação, regulação e adaptação dinâmica da regulação da interacção social. Consequentemente, a complexidade do ambiente é incrementada relativamente ao caso de estudo anterior, de forma a reflectir todos os aspectos fundamentais do modelo dos Teatros Sociais e da arquitectura que o implementa, em particular a

adaptação dinâmica da regulação da interacção social. Neste caso de estudo é criado um fluxo de interacção mais complexo que o previamente apresentado, composto por vários sub-fluxos de interacção que asseguram uma maior diversidade de interacção no ambiente.

Similarmente ao caso de estudo anterior, neste caso de estudo não se pretende um estudo aprofundado dos actividades desenvolvidas, mas sim a forma como são executadas e como é regulada a interacção social no ambiente. Aliás, existem actualmente diversas implementações de ambientes virtuais de ensino, sendo uma área científica com uma grande actividade, pelo que não se pretende com este caso de estudo abordar esta área científica, mas sim criar um ambiente familiar para os utilizadores com os quais foram realizadas experiências com vista à avaliação da regulação da interacção social.

Definição do Espaço Social

O Espaço Social “*Aula*” apresenta uma situação comum em diversos ambientes virtuais de interacção, em particular nos ambientes de ensino colaborativo. Este tipo de ambientes é caracterizado pela interacção professor-aluno, que se traduz em acções e actividades com o objectivo da transmissão de conhecimento entre o professor e os alunos. Numa aula intervêm dois tipos de participantes: professor e aluno, a que correspondem no Espaço Social papéis com tais designações. O papel **professor** é mandatório, ou seja, essencial ao funcionamento do Espaço Social, sendo consequentemente atribuído na instanciação do Espaço Social. O papel **aluno** é atribuído dinamicamente e não é definido como sendo obrigatório para o funcionamento do Espaço Social. Será de salientar que normalmente numa aula existe um professor, pelo que este papel só pode ter uma instância. Por seu lado, o papel **aluno** define que o número mínimo de actores a representar este papel é um, não sendo definido um número máximo. Tal como acontecia no caso de estudo anterior, geralmente o número máximo de alunos é limitado pelo número de lugares disponíveis na sala, sendo no entanto este facto flexibilizado neste caso de estudo, permitindo um número ilimitado de utilizadores a desempenhar o papel de **aluno** no Espaço Social. A caracterização completa em linguagem XML dos papéis do Espaço Social “*Aula*” é

apresentada na Figura 6.3.

<pre> <tns:role id="0"> <name>professor</name> <application>unique</application> <mode>fix</mode> <instances> <min>1</min> <max>1</max> </instances> <mandatory>true</mandatory> <takeMode>onCreation</takeMode> </tns:role> </pre>	<pre> <tns:role id="1"> <name>aluno</name> <application>multiple</application> <mode>fix</mode> <instances> <min>1</min> </instances> <mandatory>false</mandatory> <takeMode>runtime</takeMode> </tns:role> </pre>
---	--

Figura 6.3 – Representação em linguagem XML dos papéis do Espaço Social “Aula” – (a) professor (b) aluno.

Em ambientes reais existem diversos tipos de aulas, recorrendo a diversas metodologias pedagógicas para a apresentação e debate do conhecimento entre professor e aluno. A definição de um Espaço Social reflecte um conjunto de características genéricas de um ambiente que são especializadas nas suas instâncias, recorrendo à devida instanciação das suas propriedades ou à adaptação das regras de interacção de forma a reflectirem as características particulares de cada situação. Neste contexto, a definição do Espaço Social “Aula”, em particular do seu fluxo de interacção, pretende definir genericamente a forma como acções de interacção são coordenadas para que o objectivo do ambiente seja atingido. A generalização passa pela definição de quatro tipos de fases de aula, que podem ser efectuadas no decurso de uma aula, cabendo ao professor decidir qual o tipo de interacção que pretende ao iniciar a aula, ou no decurso da interacção. São definidas as seguintes fases: apresentação teórica, esclarecimento de dúvidas dos alunos, apresentação prática e resolução de exercícios. A fase de apresentação teórica, representa uma comum aula teórica, ou uma parte de uma aula em que o professor apresenta um conjunto de conteúdos teóricos aos alunos. Neste tipo de aulas, ou fase de aula, o único interveniente é o professor que apresenta aos alunos os conceitos, recorrendo a discurso directo. Neste tipo de situação a interacção é informativa, podendo ser vista como a propagação de informação do professor para os alunos através de um serviço de mensagens de um-para-muitos. As acções de interacção definidas nesta situação são: `iniciarApresentacaoTeorica`, `apresentarConteúdosTeóricos`, `fimConteúdos` e `concluirApresentação`. Estas acções de interacção estão organizadas como apresentado graficamente no sub-fluxo

de interacção da Figura 6.4.

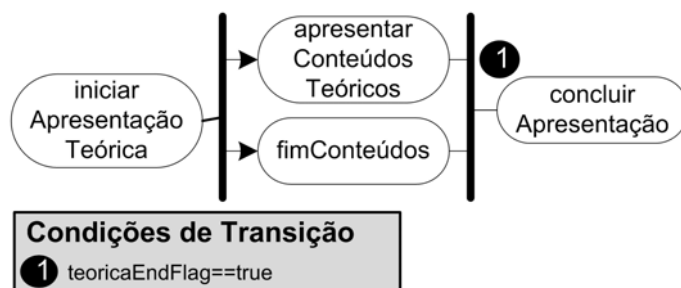


Figura 6.4 – Representação gráfica do sub-fluxo de interacção do Espaço Social “Aula” – Apresentação teórica

É de salientar que a acção `concluirApresentaçãoTeórica` só pode ser executada quando ocorrem as transições de `apresentarConteúdosTeóricos` e `fimConteúdos`, uma vez que o tipo de junção desta acção é uma conjunção (*AND*). Deste modo a acção `apresentarConteúdosTeóricos` pode ser executada continuamente até se verificar a transição de `fimConteúdos` para `concluirApresentaçãoTeórica`.

Outra das fases definidas no fluxo de interacção do Espaço Social é o esclarecimento de dúvidas dos alunos, que consiste na interacção entre professor e alunos no sentido de esclarecer as dúvidas que os alunos têm relativamente aos conteúdos leccionados. Esta fase funciona de um modo similar à fase de questões apresentada no caso de estudo anterior, ou seja, os alunos requerem ao professor autorização para colocar uma pergunta, o professor autoriza a pergunta, posteriormente o aluno coloca a pergunta ao professor que responde à questão. De forma a suportar esta interacção são definidas as acções: `iniciarDuvidas`, `concluirDuvidas`, `requererQuestão`, `permitirQuestão`, `colocarQuestão` e `responderQuestão`, que são organizadas segundo o sub-fluxo de interacção apresentado na Figura 6.5.

No decorrer de uma aula existem situações em que o professor recorre a exemplos práticos para expor os conteúdos aos alunos, podendo esta situação ser estendida a toda a aula. Neste tipo de situações, o professor recorre a um espaço partilhado, no qual coloca exemplos práticos e ilustrações de resolução de exercícios, demonstrando aos alunos a sua resolução. Esta apresentação pode ser complementada por pequenas explicações orais, com recurso a serviços de conversação. O sub-fluxo

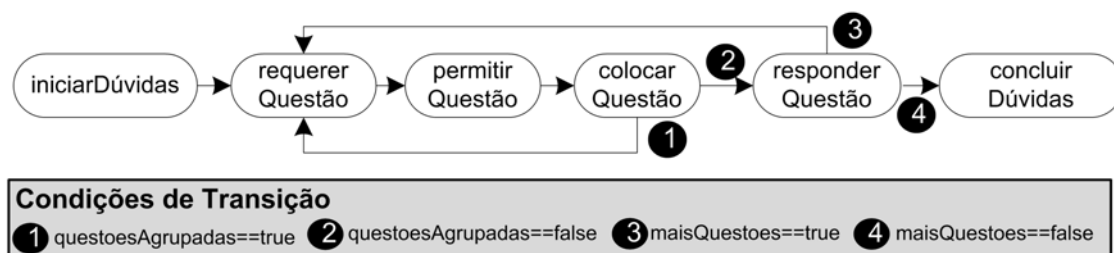


Figura 6.5 – Representação gráfica do sub-fluxo de interação do Espaço Social “Aula” – Esclarecimento de dúvidas dos alunos

de interação da fase de “apresentação prática” é apresentado graficamente na Figura 6.6, tendo sido identificadas as ações `iniciarPratica`, `apresentarPratica`, `usarAreaPartilhada`, `finalizarPratica` e `concluirPratica`.

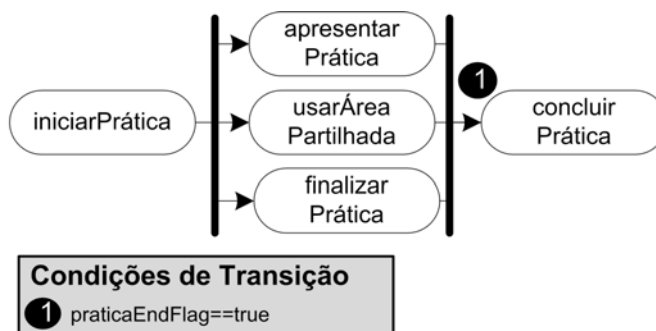


Figura 6.6 – Representação gráfica do sub-fluxo de interação do Espaço Social “Aula” – Apresentação prática

A última fase definida é a fase de resolução de exercícios, em que o professor auxilia os alunos na resolução de exercícios com recurso a um espaço partilhado. Deste modo, o professor solicita aos alunos a resolução de um exercício, cujas resoluções são colocadas no espaço partilhado pelos alunos para discussão. A discussão passa pela apresentação de novas soluções por outros alunos, ou apresentação de explicações por parte dos participantes (professor e/ou alunos). As ações de interação social identificadas para esta fase do Espaço Social e a sua organização é apresentada graficamente no sub-fluxo de interação da Figura 6.7.

Na Figura 6.8 é apresentada uma representação gráfica do fluxo de interação do



Figura 6.7 – Representação gráfica do sub-fluxo de interacção do Espaço Social “Aula” – Resolução de exercícios

Espaço Social “Aula” incluindo as quatro fases acima descritas. No fluxo de interacção são identificadas duas acções complementares aos sub-fluxos apresentados: `iniciarAula` e `concluirAula`. A acção `iniciarAula` permite ao professor iniciar a aula ou iniciar uma das fases da aula, ao passo que a acção `concluirAula` permite concluir a aula ou iniciar uma nova fase da aula. É ainda de salientar que o fluxo de interacção deste Espaço Social define, além das acções e das transições, um conjunto de propriedades que permitem avaliar as transições. As propriedades definidas são inicializadas com valores por omissão, que são definidos na declaração do fluxo de interacção. Assim, todas as propriedades do tipo booleano são inicializadas com o valor *falso*, ao passo que as propriedades do tipo inteiro são inicializadas com o valor 0.

A regulação do Espaço Social é definida pelas regras de operação e interacção. São definidas as seguintes regras de operação para o Espaço Social:

- Todos os participantes, independentemente do seu papel no Espaço Social podem receber mensagens e visualizar o espaço partilhado (*whiteboard*), sendo permitido para o efeito registarem a recepção de eventos, respectivamente, dos serviços de conversação e espaço partilhado do Espaço Social. (RO1).
- O pseudo-serviço *admission*, que permite a entrada de utilizadores no Espaço Social, pode ser utilizado em qualquer momento da interacção. (RO2)
- No decorrer das acções `apresentarConteúdosTeóricos` e `fimConteúdos` não é permitido aos actores a utilização de qualquer serviço de interacção do Espaço Social (RO3).

O comportamento por omissão definido pelas regras de operação do Espaço Social é aceitar a execução do serviço, pelo que caso não haja nenhuma regra aplicável na avaliação de um pedido de serviço, o pedido será aceite. É também pertinente referir, que tal como no caso de estudo anterior, as regras de operação RO1 e RO2 têm uma prioridade superior à regra RO3, constituindo desta forma excepções à regra RO3.

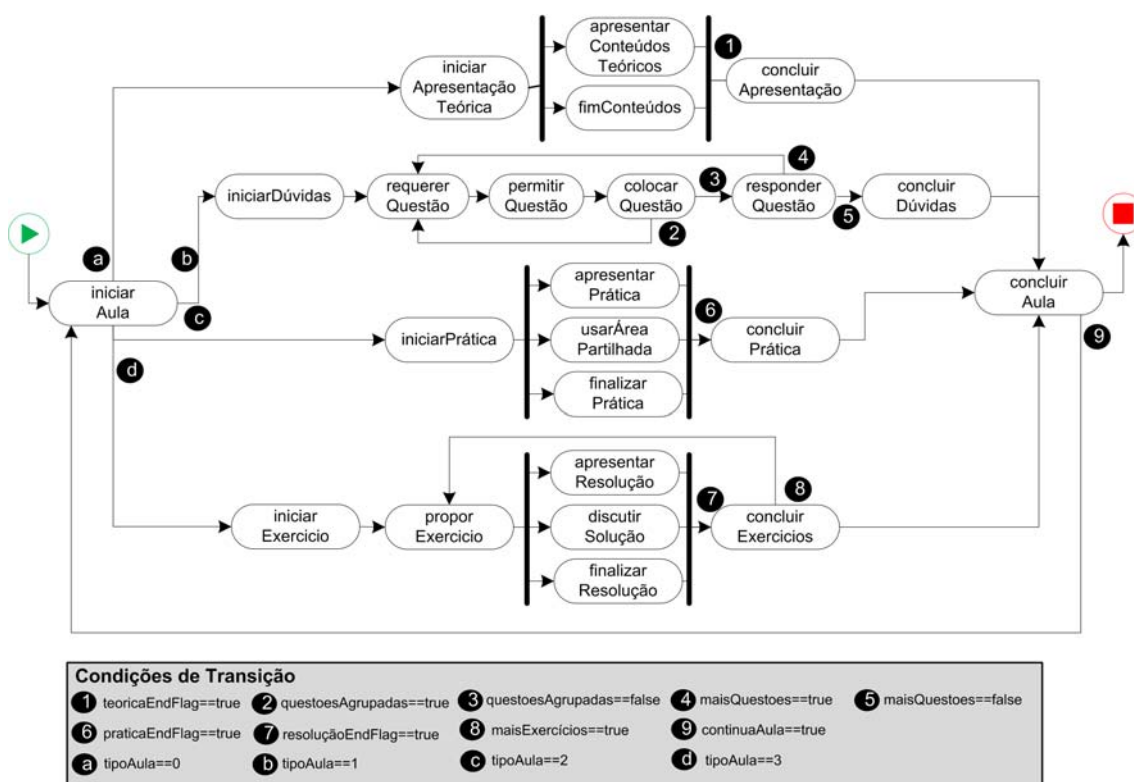


Figura 6.8 – Representação gráfica do fluxo de interação do Espaço Social "Aula"

As regras de interação definidas reflectem um ambiente genérico, pelo que, na secção seguinte serão reavaliadas de forma a serem adaptadas a situações concretas de acordo com hipotéticas necessidades dos utilizadores. Deste modo, foram definidas as regras de interação que se seguem:

- Os actores com o papel **aluno** tem exclusividade na execução das acções **requererQuestão** e **colocarQuestão**. (RI1)
- As acções **apresentarResolução** e **discutirSolução** podem ser executadas

pelo actor **aluno**. (RI2)

- Todas as acções podem ser executadas pelo actor **professor**, excepto as que são definidas como exclusivas do actor **aluno**. (RI3)

É definido que o comportamento por omissão das regras de interacção é rejeitar, pelo que qualquer pedido de execução de acções de interacção que não seja abrangido pelas regras acima definidas será rejeitado pela plataforma dos Teatros Sociais.

Com base no descrito anteriormente foi criada a especificação completa em linguagem XML do Espaço Social à semelhança do apresentado no caso de estudo anterior. Esta informação serve de base à instanciação do Espaço Social, pelo que é apresentada na sub-secção seguinte a análise do ciclo de vida de uma instância do Espaço Social, bem como o seu ambiente de execução. Neste caso de estudo é apresentado um ambiente genérico, pelo que é pertinente avaliar a sua adaptação a situações específicas. Deste modo, posteriormente à análise do ciclo de vida do Espaço Social serão avaliadas algumas soluções de adaptação do Espaço Social de forma a que este evolua com hipotéticas necessidades específicas dos seus utilizadores.

Ciclo de vida e ambiente de execução do Espaço Social

A instanciação do Espaço Social decorre como apresentado no caso de estudo anterior, requerendo neste caso a identificação do utilizador que desempenha o papel de **professor**.

A primeira acção do Espaço Social é **iniciarAula**, que segundo as regras de interacção definidas, só pode ser executada pelo utilizador a desempenhar o papel **professor**, à semelhança do que acontece em situações do mundo real. Neste tipo de situações, o professor aguarda que os alunos entrem na sala para dar início à aula, pelo que, na virtualização do ambiente, tal também é previsto, ou seja, o actor **professor** pode fazer um compasso de espera de forma a que entrem no Espaço Social utilizadores que desempenhem o papel de **aluno**. A aula só tem início após o actor **professor** executar a acção **iniciarAula**.

A execução da acção **iniciarAula** está inerentemente associada à escolha da forma como o professor pretende efectuar a interacção com os seus alunos. Deste modo, segundo o fluxo de interacção do Espaço Social, a aula poderá ser iniciada por uma

fase de apresentação teórica, apresentação prática, sessão de dúvidas ou resolução de exercícios. A escolha do formato da aula está implementada na definição da acção que é uma operação de alteração de uma propriedade do fluxo de interacção que é avaliada na transição. Ao executar a acção, o actor **professor** altera o valor da propriedade **tipoAula** que é de seguida avaliada, prosseguindo o fluxo de interacção para o sub-fluxo escolhido.

A interacção em cada uma das situações de aula definidas (apresentação teórica, apresentação prática, esclarecimento de duvidas dos alunos ou resolução de exercícios) decorre segundo o fluxo de interacção e as regras de interacção e operação do Espaço Social.

Na situação de apresentação teórica, o actor professor expõe os conteúdos recorrendo à acção **apresentaçãoConteúdosTeóricos** que invoca o serviço de conversação para distribuição de uma mensagem por todos os actores que subscreveram as notificações do serviço para a instância do Espaço Social. O actor **professor** termina a exposição dos conteúdos, através da execução da acção **fimConteúdos** que opera uma alteração do valor da propriedade **teoricaEndFlag**. Deste modo, caso o valor da propriedade seja alterado para *verdadeiro* o fluxo de interacção transita para a acção **concluirApresentação**. Será pertinente salientar que para a transição ser efectuada ambas as acções têm que ser efectuadas uma vez que o tipo de junção da acção **concluirApresentação** é uma conjunção (*AND*).

A apresentação prática segue os mesmos princípios da apresentação teórica, tendo o actor **professor** ao seu dispor um espaço partilhado para complementar a apresentação aos alunos.

A interacção entre professor e alunos é mais rica na situação de esclarecimento de dúvidas e resolução de exercícios. A situação de esclarecimento de dúvidas é, como referido, similar à fase de questões descrita no caso de estudo anterior. Deste modo, o actor **aluno** requer permissão para efectuar uma questão, que é dada pelo actor **professor**. Após a autorização para colocar a questão, o actor **aluno** coloca a questão, cabendo ao actor **professor** responder e decidir se continua a sessão de questões. Por seu lado a situação de resolução de exercícios é similar em termos de

fluxo de interacção à situação de aula prática, no entanto as regras de interacção definidas permitem uma maior interacção entre os utilizadores, uma vez que, quer o actor **professor**, quer o actor **aluno**, podem executar as acções **apresentarResolução** e **discutirSolução**, que correspondem respectivamente à utilização dos serviços de espaço partilhado e conversação.

Ao atingir a acção de **concluirAula** é deixado ao professor a hipótese de começar uma nova fase, ou terminar a aula, uma vez que a acção **concluirAula** é definida como uma alteração a uma propriedade do fluxo de interacção que define a transição para o final do fluxo de interacção ou para a acção **iniciarAula**. Neste contexto, caso o actor **professor** atribua o valor de *verdadeiro* à propriedade **continuaAula**, a acção seguinte é **iniciarAula**, permitindo desta forma iniciar uma nova fase da aula. Caso a propriedade seja alterada para o valor *falso* a interacção na instância do Espaço Social termina. O procedimento de destruição da instância do Espaço Social é similar ao descrito para o caso de estudo anterior.

Adaptação do Espaço Social

O modelo dos Teatros Sociais define que os Espaços Sociais podem ser alterados em execução, adaptando as suas regras de interacção e operação às necessidades dos utilizadores. A implementação do modelo dos Teatros Sociais pela ASTeaS garante a redefinição em execução das regras do Espaço Social, cabendo essa responsabilidade ao administrador do sistema, que dispõe de operações de inserção, remoção e edição das regras de cada instância de Espaço Social.

As adaptações das regras que regulam a interacção devem ter em conta as necessidades de cada ambiente, mais propriamente, as necessidades dos utilizadores de cada instância do Espaço Social. O processo de adaptação inicia-se com a avaliação das necessidades de uma instância de um Espaço Social de forma a que possam ser definidas novas políticas de sociabilização traduzidas em regras de interacção e de operação do Espaço Social.

O caso de estudo em avaliação, o Espaço Social “*Aula*”, define a meta-informação do Espaço Social de um modo genérico, flexibilizando a criação de instâncias de diversos formatos de aulas. Deste modo, um dos pontos em que a adaptação pode

ser efectuada nas instâncias deste Espaço Social é ao nível da limitação das fases de aula, ou seja, restringir os formatos de aula. Por exemplo, podem ser definidas regras de interacção que permitam a criação de aulas teóricas e aulas práticas, limitando a escolha do actor **professor** às respectivas fases no fluxo de interacção do Espaço Social.

A especialização do Espaço Social por adaptação dinâmica pode também incidir sobre a forma como os utilizadores entram no Espaço Social. As regras de operação definidas para o Espaço Social permitem a entrada em qualquer altura no Espaço Social, comportamento que é pouco comum no mundo real. Em ambientes reais, o que geralmente acontece é, antes de começar a aula, o professor aguardar pela entrada dos alunos e após o início da aula os alunos não entram nem saem da sala, salvo em situações muito particulares. Este tipo de comportamento pode ser traduzido em regras do Espaço Social, contribuindo para a aproximação deste com situações reais.

Na especificação do Espaço Social, o sub-fluxo relativo às aulas práticas é demasiado restrito ao nível da interacção entre professor e alunos. Normalmente, nestas situações os alunos participam na interacção podendo utilizar a área partilhada para colocar questões ao professor. Esta situação poderia ser adaptada flexibilizando as regras de interacção definidas pelo Espaço Social.

Estas situações de adaptação dinâmica identificadas podem ser traduzidas em regras do Espaço Social e criadas dinamicamente no ambiente. A primeira situação identificada, a criação de aulas temáticas com fases restritas é implementada pela redefinição da regra de interacção que define que só o actor a desempenhar o papel **professor** pode executar a acção **iniciarAula**, acrescentando informação sobre os conteúdos válidos na interacção. Por exemplo, para criação de uma aula só com fases teóricas, a regra de interacção seria:

```
<functionalRule>
  <name>FR1</name>
  <behaviour>accept</behaviour>
  <sspState>iniciarAula</sspState>
  <priority>100</priority>
  <actions>
    <action>iniciarAula</action>
```

```

    </actions>
    <roles>
        <role>professor</role>
    </roles>
    <validContents>
        <content>
            <type>java.lang.Integer</type>
            <name>tipoAula</name>
            <value>0</value>
        </content>
    </validContents>
    <invalidContents/>
</functionalRule>

```

A restrição de conteúdos permite de algum modo controlar os dados que são usados na interacção e, neste caso particular, restringir as escolhas do actor. Esta forma de limitar a interacção é necessária, uma vez que o fluxo de interacção não é adaptável. A avaliação do fluxo de interacção demonstra que, caso este fosse adaptável, esta condição seria implementada pela alteração das condições de transição da acção *iniciarAula* para cada uma das acções de início de fase de aula, com excepção da acção *iniciarApresentaçãoTeórica*, para `true==false`, isto é, uma condição impossível e consequentemente a transição nunca se efectuaria.

A segunda situação de adaptação identificada é implementada pela alteração da regra de operação: o pseudo-serviço *admission*, que permite a entrada de utilizadores no Espaço Social, pode ser utilizado em qualquer momento da interacção. De forma a só permitir a entrada de alunos antes da aula começar, a regra deveria ser definida como: o pseudo-serviço *admission* só pode ser utilizado na acção *iniciarAula*. No entanto, esta alteração não irá colmatar por completo o problema, dado que uma aula pode ter várias fases, voltando no final de cada fase à acção *iniciarAula*. Deste modo, seria permitido actores com o papel *aluno* entrar no Espaço Social no início de cada sessão ou fase da aula e não só no início da aula. A solução para a resolução deste problema reside na alteração do fluxo de interacção do Espaço Social, incluindo uma acção anterior à *iniciarAula* na qual seria permitida a entrada dos utilizadores. Este facto demonstra mais uma vez que a flexibilidade do fluxo de interacção deve ser tida em conta na fase de desenho do Espaço Social, prevendo as

várias hipóteses de adaptação do ambiente. Por outro lado, esta situação também revela a necessidade de adaptação do fluxo de interacção de modo a flexibilizar o ambiente e melhorar as capacidades de adaptação às necessidades dos utilizadores. A última situação de adaptação descrita é facilmente implementada definindo uma nova regra de interacção permitindo que o actor com o papel **aluno** execute a acção **usarÁreaPartilhada**. A regra de interacção é definida em linguagem XML como:

```
<functionalRule>
  <name>FR20</name>
  <behaviour>accept</behaviour>
  <sspState>apresentarPratica</sspState>
  <priority>100</priority>
  <actions>
    <action>usarÁreaPartilhada</action>
  </actions>
  <roles>
    <role>aluno</role>
  </roles>
  <validContents/>
  <invalidContents/>
</functionalRule>
```

6.3 Avaliação

A validação do modelo dos Teatros Sociais e da arquitectura de suporte implementada requer a avaliação funcional do sistema e os benefícios da regulação dinâmica da interacção social no ambiente. Neste sentido foram planeadas e realizadas experiências para recolha de dados sobre o funcionamento global da ASTeaS e as suas capacidades de interacção com utilizadores reais. Os dados recolhidos serviram de base à avaliação e consequente validação do ambiente de execução do modelo dos Teatros Sociais, ou seja, da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais, e da regulação da interacção social nos Espaços Sociais nele inseridos.

As experiências realizadas com o ambiente de execução visaram a avaliação qualitativa do funcionamento do sistema, observando a existência de falhas, bloqueios ou comportamentos não especificados pela arquitectura. A avaliação qualitativa foi complementada com medidas quantitativas com a finalidade de verificar quais os

tempos de resposta do sistema na realização das suas principais funções, nomeadamente a criação dinâmica de Espaços Sociais e a execução de acções de interacção no ambiente regulado. Foram criadas unidades de teste específicas para efectuar a aquisição de dados para as medições, bem como incluídos níveis de registo de desempenho na interface Web de serviços aplicativos da ASTeaS. Com base nos dados obtidos foi realizada uma avaliação global do sistema e verificado o comportamento funcional da ASTeaS.

A avaliação da regulação de interacção social foi efectuada com base em testes realizados com utilizadores reais recorrendo aos casos de estudo apresentados. Foi avaliada a importância para os utilizadores da coordenação das actividades de interacção, regulação da interacção e adaptação dinâmica da regulação do ambiente de interacção. Os testes realizados consistiram no preenchimento de um questionário sobre a experiência de utilização do ambiente. Nas experiências realizadas foi utilizado o protótipo da interface de interacção no Teatro Social desenvolvido.

A realização das experiências decorreu num ambiente controlado criado para o efeito. Neste ambiente de testes foi instalada a arquitectura desenvolvida e especificados os requisitos para a instalação das aplicações cliente utilizadas, em particular as unidades de teste e o protótipo da interface de interacção no Teatro Social. Deste modo, foi garantido que as experiências decorreram num ambiente controlado e normalizado, assegurando a qualidade dos dados experimentais obtidos.

Na subsecção seguinte é apresentado o ambiente de testes criado para a realização das experiências. Posteriormente são reportados e avaliados os resultados obtidos nas experiências de avaliação de execução do sistema e regulação da interacção social nos Teatros Sociais.

6.3.1 Ambiente de testes

O planeamento e concepção dos testes de validação da ASTeaS, e, inerentemente, do modelo dos Teatros Sociais, engloba a criação de um ambiente controlado para a realização das experiências. O ambiente de testes assegura os requisitos necessários para a instalação dos componentes funcionais da ASTeaS, incluindo o software aplicativo de suporte ao seu funcionamento. É também garantido pelo ambiente de

testes a uniformização das versões do software utilizado, nomeadamente da máquina virtual de JavaTM evitando conflitos de versões e interoperabilidade entre os diversos componentes. Ao nível da comunicação entre os diversos componentes é proporcionada pelo ambiente de testes, ao nível de rede, a conectividade entre todos os equipamentos físicos através de uma rede TCP/IP.

O ambiente de testes tem como principal objectivo assegurar a instalação física da ASTeaS, garantindo para isso equipamento físico e software de suporte para cada um dos seus componentes. Segundo o especificado pela vista global da ASTeaS (Capítulo 5.2) a arquitectura conta com 6 componentes: interface Web de gestão, interface Web de serviços aplicacionais, plataforma dos Teatros Sociais, base de conhecimento, gestor do fluxo de interacção e repositório. Cada um destes componentes foi instalado num servidor com capacidades de processamento adequadas aos testes a realizar (processador de 64bits com dois núcleos de processamento e 4 gigabytes de memória RAM). Foi utilizado o sistema operativo Linux, distribuição Fedora Core 6, versão 64bits, usando a versão do *kernel* 2.6.20.

Os componentes interface Web de gestão, interface de serviços aplicacionais, plataforma dos Teatros Sociais e gestor do fluxo de interacção foram instalados num servidor aplicacional J2EE *Sun Java System Application Server Platform Edition 9 Update 1*, usando a versão 1.6 64bits da máquina virtual JavaTM (JDK6u1).

A ferramenta de suporte à base de conhecimento é, como mencionado no Capítulo 5, o *Java Internet Prolog* tendo sido instalada a versão 3.0.2-5 desta ferramenta, contendo a versão 1.0.1 do *JIProlog Server*.

O repositório foi instalado em ambiente virtualizado, ou seja, numa máquina virtual *VMWare Server* versão 1.0.1-build-29996, usando sistema operativo Linux, distribuição CentOS 4.4 64bits, com o kernel 2.6.9. Como referido anteriormente, para a implementação do repositório foi utilizado o sistema de gestão de bases de dados Oracle 10g.

Na Tabela 6.1 é apresentado um sumário da instalação de software de suporte instalado no ambiente de testes e a respectiva relação com os componentes da ASTeaS. O ambiente de testes contempla a definição do ambiente de execução das aplicações cliente da ASTeaS. De acordo com o planeamento de testes definido as experiências

Servidor Aplicacional da ASTeaS	
Hardware: Processador de 64bits com dois núcleos de processamento e 4GB RAM Sistema Operativo: Linux, distribuição Fedora Core 6, versão 64bits, <i>kernel</i> 2.6.20 Máquina Virtual Java™: Java Development Kit (JDK) 6u1, versão 64bits	
Ferramentas	Componentes
<i>Sun Java System Application Server Platform Edition 9 Update 1</i>	Plataforma dos Teatros Sociais Gestor fluxo de interacção Interface Web de gestão Interface de serviços aplicacionais
<i>Java Internet Prolog JIP Server v.1.0.1</i>	Base de conhecimento
<i>VMWare Server v. 1.0.1-build-29996 CentOS 4.4 kernel 2.6.9 + Oracle 10g</i>	Repositório

Tabela 6.1 – Ambiente de testes – sumário da instalação da ASTeaS

são realizadas em duas fases: uma direccionada para a avaliação de execução do sistema; outra para a avaliação de regulação de interacção Social. As aplicações cliente da ASTeaS desenvolvidas para a experimentação da arquitectura reflectem cada uma destas fases, requerendo especificações distintas ao nível do ambiente de execução.

Neste contexto, o ambiente de testes inclui um equipamento cliente para a fase de avaliação de execução do sistema, constituído por um computador pessoal equipado com sistema operativo Linux, distribuição Fedora Core 6, no qual foi instalada a máquina virtual Java™ versão 1.6 (JRE6u1).

Relativamente às especificações do ambiente de testes para as experiências de avaliação de regulação de interacção Social, é definido que os equipamentos cliente a utilizar são os computadores pessoais dos utilizadores, em que a grande maioria é equipada com sistema operativo Microsoft Windows XP ou Microsoft Windows Vista, tendo como requisito a instalação da máquina virtual Java™ versão 1.6 (JRE6u1).

Uma vez definido o ambiente no qual se realizaram as experiências, nas subsecções

seguintes serão descritas e analisadas as experiências realizadas para a validação do sistema desenvolvido.

6.3.2 Avaliação do ambiente de execução

A avaliação do ambiente de execução tem como principal objectivo avaliar o funcionamento global da implementação da arquitectura. O planeamento das experiências realizadas para esta avaliação centraram-se na avaliação qualitativa dos blocos funcionais da arquitectura e das funcionalidades implementadas, bem como na criação de testes que permitam complementar a informação qualitativa com medidas quantitativas ao nível do desempenho das principais funções do sistema.

A avaliação qualitativa do sistema prevê a observação do funcionamento do sistema, com vista à detecção da ocorrência de erros, bloqueios do sistema ou funcionamento divergente do especificado pelos requisitos da arquitectura. A complexidade da arquitectura implica a implementação de uma estratégia faseada para a verificação do funcionamento do sistema mediante os seus requisitos, contemplando a execução de unidades de teste para cada um dos blocos funcionais da arquitectura complementados por testes de integração que avaliam as interdependências e funcionamento global do sistema. Por seu lado, a detecção da ocorrência de erros e bloqueios do sistema é facilitada pela implementação na arquitectura de mecanismos de tratamento de erros e registo das ocorrências em ficheiros (vulgo, *logs* do sistema).

Outro dos aspectos a ter em conta na avaliação qualitativa da arquitectura é o suporte de múltiplos utilizadores. A estratégia experimental usada para simulação de múltiplos utilizadores passou pelo desenvolvimento de unidades de teste com múltiplas *threads*, representando cada uma um utilizador.

A observação dos resultados obtidos da execução das unidades de testes aos blocos funcionais revelou que cada um dos componentes do sistema apresentava o comportamento especificado pelos requisitos da arquitectura, não tendo sido detectada nenhuma falha ou ocorrência de erros após a análise dos respectivos ficheiros de registo. Os resultados obtidos nos testes de integração revelaram também o comportamento esperado da arquitectura, não tendo sido detectada qualquer falha. No entanto, na realização dos testes de simulação de múltiplos utilizadores foi detectada

uma falha ao nível da conexão à base de conhecimento, mais propriamente na implementação da interface `KnowledgeBaseConnector`. Este facto está directamente relacionado com a implementação das bibliotecas cliente do *JITProlog* que não são *thread safe*. Dada a inexistência de documentação sobre esta situação, a implementação da classe `PrologKBConnector` não previa os problemas de concorrência inerentes à situação, pelo que a solução para o problema passou pela declaração de todos os métodos da classe como sendo `synchronized`. Esta solução para o problema pode conduzir a uma situação de congestionamento em situações de elevada concorrência, ou seja, quando existem múltiplos acessos simultâneos ao sistema. A referência a esta situação está relacionada com a solução implementada para a resolução do problema e as consequências dessa implementação no desempenho global do sistema como será abordado posteriormente neste subsecção.

Os resultados obtidos na análise qualitativa do sistema podem ser considerados satisfatórios, uma vez que apesar do problema detectado, a situação foi resolvida, havendo no entanto necessidade de avaliar as suas implicações ao nível do desempenho do sistema.

Neste âmbito, foi criada uma unidade de teste parametrizável para a avaliação de desempenho do sistema que complementa com medidas quantitativas a análise qualitativa do sistema. A unidade de teste criada contempla a realização das principais funções na *ASTeaS*, ou seja, a criação de uma instância de um Espaço Social simples², a criação de sessões de utilizadores que se conectam ao Teatro Social, a entrada de utilizadores numa instância de um Espaço Social e a consequente escolha de um papel a desempenhar e a execução de acções de interacção na instância do Espaço Social. A parametrização da unidade de testes permite que sejam simulados múltiplos utilizadores, a executar múltiplas acções distanciadas por um tempo pré-definido, ou seja, são parâmetros da unidade de teste o número de utilizadores, o número de acções a executar por utilizador e o tempo entre a execução das acções.

O principal objectivo desta unidade de teste é medir o tempo gasto a executar cada

²Para a realização dos testes foi utilizado um Espaço Social simples, com um fluxo de interacção com duas actividades, sem condições de transição. Ao nível dos papéis foi definido um único papel: `utilizador`. Relativamente às regras de interacção foi criada uma regra que permite ao actor com o papel `utilizador` executar as duas actividades definidas no fluxo de interacção do Espaço Social.

uma das funções mencionadas. A medição do tempo gasto passa pelo registo do tempo do sistema antes da função ser executada e após a sua execução, calculando no final a diferença entre os tempos registados. O registo dos tempos foi obtido através do método `System.currentTimeMillis()` que tem uma precisão de 1 milissegundo(ms). A unidade de teste é uma aplicação cliente da arquitectura, pelo que os resultados obtidos por esta mediação podem ser condicionados pelos atrasos e latência da rede. No sentido de avaliar o tempo real de processamento do pedido foi também introduzido um nível de registo na interface Web de serviços aplicacionais da ASTeaS, que permite o registo do tempo gasto na resposta efectiva do sistema, não condicionada pelos factores de rede. O modo de cálculo destas medições seguiu o mesmo princípio da unidade de teste. A verificação do atraso e latência introduzidos pela rede permite “controlar” o ambiente de testes, assegurando que os valores obtidos não são condicionados por estes factores. Caso os valores de latência e atraso de rede obtidos se revelem normais (da ordem das centésimas de segundo), serão considerados para a avaliação das métricas quantitativas os valores obtidos pela unidade de teste, uma vez que, pela sua natureza, se pretende avaliar o sistema do ponto de vista do utilizador final e as suas implicações.

No pré-teste realizado para efectuar o controlo do ambiente de testes e a medição dos valores de atraso de rede existentes foram executadas 100 acções de interacção por um único utilizador, com um intervalo de 5 segundos entre a execução de cada acção, numa instância do Espaço Social criado para os testes. Os resultados obtidos revelam que a latência e atrasos introduzidos pela rede são da ordem das centésimas de segundo, sendo o valor máximo obtido de 55ms cerca de quatro vezes inferior ao valor mínimo obtido na execução de uma acção no Espaço Social (211ms) (Figura 6.9). Dada esta situação, os valores de latência e atraso verificados ao nível da rede podem ser considerados normais, pelo que a avaliação das métricas quantitativas pode ser efectuada com base nas medições efectuadas ao nível da unidade de teste, tal como anteriormente mencionado.

As medições quantitativas do sistema servem de base à análise do desempenho do sistema ao nível da criação dinâmica dos ambientes de interacção e de componentes do sistema e da execução de acções de interacção, bem como à avaliação de situações de

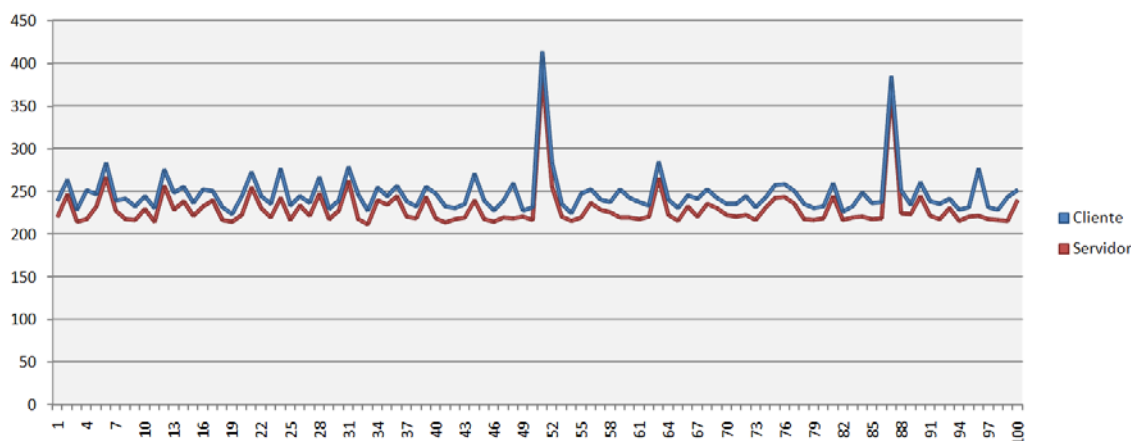


Figura 6.9 – Gráfico dos tempos de execução de uma acção – medições realizadas na unidade de testes (cliente) e na interface Web de serviços aplicacionais (servidor)

concorrência em ambiente multi-utilizador que podem ser condicionadas pelos problemas identificados ao nível da implementação da ligação à base de conhecimento. Tendo em consideração estes objectivos, foram realizados testes que simularam a presença de 1, 10, 20 e 50 utilizadores no Teatros Social e na instância do Espaço Social criado. Ao nível da execução de acções de interacção foram realizados testes com 20 e 50 acções por utilizador nos casos em que estavam presentes no ambiente mais do que 1 utilizador e com 100 e 200 acções no caso em que só estava presente 1 utilizador no ambiente. Foram ainda considerados 4 intervalos de tempo entre a execução de acções de forma a testar os níveis de concorrência e capacidade de resposta do sistema: 0.5, 1, 5 e 10 segundos. De salientar que a execução de acções com intervalos de tempo abaixo dos 5 segundos entre acção constituem situações pouco prováveis, pois esse tempo não é suficiente para os utilizadores tomarem a decisão e executarem a acção na interface de interacção. Contudo, a sua análise permite a avaliação do sistema em situações extremas.

Nos testes realizados foram criadas 32 instâncias de Espaços Sociais, tendo sido o tempo médio para a criação de uma instância de 3653 milissegundos. A operação de criação de uma instância de um Espaço Social é um processo que só pode ser desencadeado por utilizadores com o perfil de administrador, pelo que a avaliação de situações de concorrência e de carga do sistema não foram tidas em conta na

realização dos testes.

Ao nível da criação de sessões de utilizador, os valores obtidos considerados normais são da ordem dos 3 segundos. No entanto, em situações de elevada concorrência como é o caso de 20 e 50 utilizadores estes valores podem chegar a cerca de 42 segundos (41895 milissegundos). A justificação para este facto reside no número de operações efectuadas sobre a base de conhecimento. Na criação de uma sessão, é necessário registar toda a informação sobre o utilizador. Essa informação não é o registo de um único predicado, mas sim de um conjunto de predicados que em situações cuja descrição do utilizador é simplista, contêm um mínimo de 6 predicados, podendo este valor crescer indefinidamente. Nos testes realizados, o conhecimento sobre o utilizador é constituído por um conjunto de 8 predicados. Além desta informação é também registada na base de conhecimento a sessão criada. O congestionamento da ligação à base de conhecimento contribui para o atraso global do sistema e da sua capacidade de resposta, como o comprovam os resultados obtidos. Em situações em que a concorrência é baixa, 1 a 10 utilizadores, os valores obtidos para a criação simultânea de sessões são relativamente aceitáveis, aumentando proporcionalmente com o aumento de concorrência (Tabela 6.2).

	1 utilizador	10 utilizadores	20 utilizadores	50 utilizadores
Mínimo	1618 ms	1066 ms	1144 ms	1000 ms
Máximo	2076 ms	6754 ms	13075 ms	41895 ms
Média	1790 ms	3713 ms	7880 ms	14162 ms

Tabela 6.2 – Resultado dos testes de criação de sessão de utilizador

O processo de entrada num espaço social é constituído por duas fases: pedido de entrada e escolha do papel a desempenhar. Os testes realizados reflectem individualmente cada uma destas fases.

A entrada no Espaço Social requer um pedido à base de conhecimento, e consequentemente, os tempos registados são proporcionalmente mais baixos que os valores registados para a criação de uma sessão. O tempo médio para a criação de uma sessão na situação de 10 utilizadores simultâneos é de 3834 milissegundos ao passo que a entrada no Espaço Social na mesma situação é de 369 milissegundos. A diferença

destes valores reside maioritariamente no número de pedidos à base de conhecimento. No entanto, no caso da criação da sessão há que considerar o processamento associado à ligação ao repositório e criação dinâmica do objecto representativo do utilizador no ambiente com base na informação persistente existente. Os resultados obtidos para a entrada de utilizadores no Espaço Social são apresentados de forma sumária na Tabela 6.3.

	1 utilizador	10 utilizadores	20 utilizadores	50 utilizadores
Mínimo	123 ms	120 ms	115 ms	87 ms
Máximo	158 ms	2450 ms	5013 ms	21760 ms
Média	139 ms	482 ms	904 ms	4621 ms

Tabela 6.3 – Resultado dos testes de entrada numa instância de um Espaço Social

Por seu lado, a escolha do papel a desempenhar no Espaço Social implica a validação da escolha na base de conhecimento e o seu registo, ou seja, um total de 2 pedidos à base de conhecimento. O tempo médio requerido por esta operação é, para o caso de 10 utilizadores simultâneos, 305ms. Estes valores são similares aos valores obtidos para a entrada no Espaço Social, como se pode facilmente comprovar pela comparação das Tabelas 6.3 e 6.4.

	1 utilizador	10 utilizadores	20 utilizadores	50 utilizadores
Mínimo	123 ms	128 ms	120 ms	89 ms
Máximo	151 ms	1750 ms	4244 ms	21888 ms
Média	133 ms	432 ms	885 ms	2825 ms

Tabela 6.4 – Resultado dos testes de escolha de um papel a desempenhar numa instância de um Espaço Social

A execução de acções num Espaço Social apresenta algumas situações que merecem particular atenção. Em situações normais, em que não existe concorrência e o sistema não está com demasiada carga, os valores obtidos variam entre um mínimo de 292 milissegundos e um máximo de 484 milissegundos (Tabela 6.5). Estes valores são satisfatórios quando comparados com outros sistemas, como por exemplo a arquitectura SAGA [84, 85], em que os valores são da ordem dos 250 milissegundos,

em ambiente não regulado. Contudo, à medida que aumenta o número de utilizadores no ambiente e a cadência de execução de acções, o sistema começa a sofrer atrasos, sem nunca deixar de responder. Estes atrasos chegam a atingir um valor máximo de 20636 milissegundos. Estes valores são obtidos em situações de carga extrema, em que estão no Espaço Social 20 ou 50 utilizadores, a executar acções de interacção a uma cadência de 1 acção em cada 0,5 segundos, o que perfaz um total de 40 ou 100 acções por segundo. Se for considerado como valor máximo de carga suportada pelo sistema 4 acções por segundo, o que equivale a 250 milissegundos por acção, concluímos que nesta situação a carga do sistema é dez ou vinte e cinco vezes superior ao máximo suportado.

A este nível será ainda de salientar que os valores médios da execução de acções com intervalos de 10 segundos são da ordem dos 350 milissegundos, constantes para qualquer das situações, como se pode constatar da análise da Tabela 6.5 e dos gráficos das Figuras 6.10 e 6.11 que apresentam um sumário dos resultados obtidos. Em conclusão, podemos considerar que perante os resultados obtidos a estabilidade do sistema implementado se revela aceitável, apresentando um tempo médio de criação de um Espaço Social da ordem dos 4 segundos, a criação de uma sessão de interacção em 2 a 3 segundos e suportando uma cadência máxima de 4 acções de interacção por segundo e 2 entradas num Espaço Social por segundo.

6.3.3 Avaliação da regulação de interacção social

A avaliação da regulação de interacção social no ambiente virtual de interacção social dos Teatros Sociais tem como principal objectivo avaliar o papel da regulação e coordenação das actividades de interacção do ambiente. As experiências conduzidas neste âmbito pretenderam avaliar qual a influência da regulação e coordenação da interacção social na usabilidade, clarificação das actividades e concretização dos objectivos em ambientes virtuais de interacção social. Esta avaliação vai de encontro à validação da tese defendida que enuncia que *«a coordenação e regulação da interacção social nos ambientes virtuais de interacção social permite a clarificação das actividades nestes ciberespaços e consequentemente incrementa a sua usabilidade, auxilia a concretização dos objectivos para os quais foi criado e promove a*

	0,5 segundos	1 segundo	5 segundos	10 segundos
1 utilizador – 100 acções de interacção por utilizador				
Mínimo	292 ms	297 ms	299 ms	300 ms
Máximo	461 ms	440 ms	484 ms	454 ms
Média	342 ms	333 ms	344 ms	349 ms
1 utilizador – 200 acções de interacção por utilizador				
Mínimo	298 ms	296 ms	307 ms	306 ms
Máximo	522 ms	584 ms	594 ms	596 ms
Média	343 ms	345 ms	360 ms	355 ms
10 utilizadores – 20 acções de interacção por utilizador				
Mínimo	167 ms	163 ms	160 ms	158 ms
Máximo	1930 ms	1424 ms	872 ms	620 ms
Média	610 ms	461 ms	295 ms	274 ms
10 utilizadores – 50 acções de interacção por utilizador				
Mínimo	215 ms	173 ms	133 ms	138 ms
Máximo	1796 ms	1299 ms	698 ms	801 ms
Média	763 ms	478 ms	259 ms	248 ms
20 utilizadores – 20 acções de interacção por utilizador				
Mínimo	219 ms	171 ms	147 ms	158 ms
Máximo	10492 ms	3063 ms	874 ms	710 ms
Média	2113 ms	1192 ms	304 ms	286 ms
20 utilizadores – 50 acções de interacção por utilizador				
Mínimo	165 ms	224 ms	139 ms	141 ms
Máximo	20636 ms	3979 ms	1124 ms	973 ms
Média	2396 ms	1353 ms	307 ms	290 ms
50 utilizadores – 20 acções de interacção por utilizador				
Mínimo	204 ms	218 ms	196 ms	138 ms
Máximo	9359 ms	9346 ms	4908 ms	4567 ms
Média	3913 ms	3764 ms	1060 ms	398 ms
50 utilizadores – 50 acções de interacção por utilizador				
Mínimo	171 ms	180 ms	147 ms	147 ms
Máximo	11126 ms	10302 ms	6451 ms	2919 ms
Média	4923 ms	4594 ms	1153 ms	391 ms

Tabela 6.5 – Resultado dos testes de execução de acções de interacção

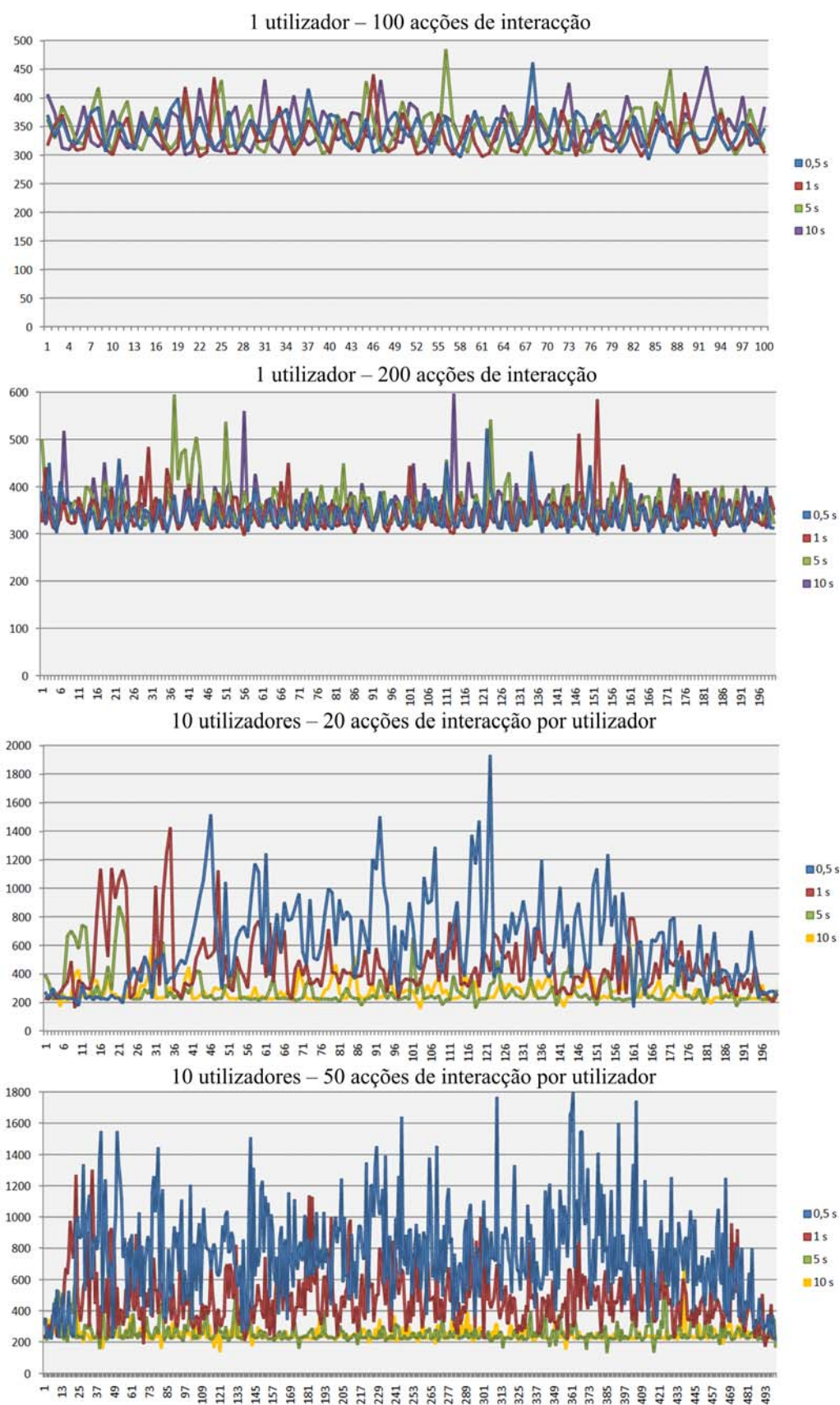


Figura 6.10 – Gráficos dos tempos de execução de acções de interacção (1).

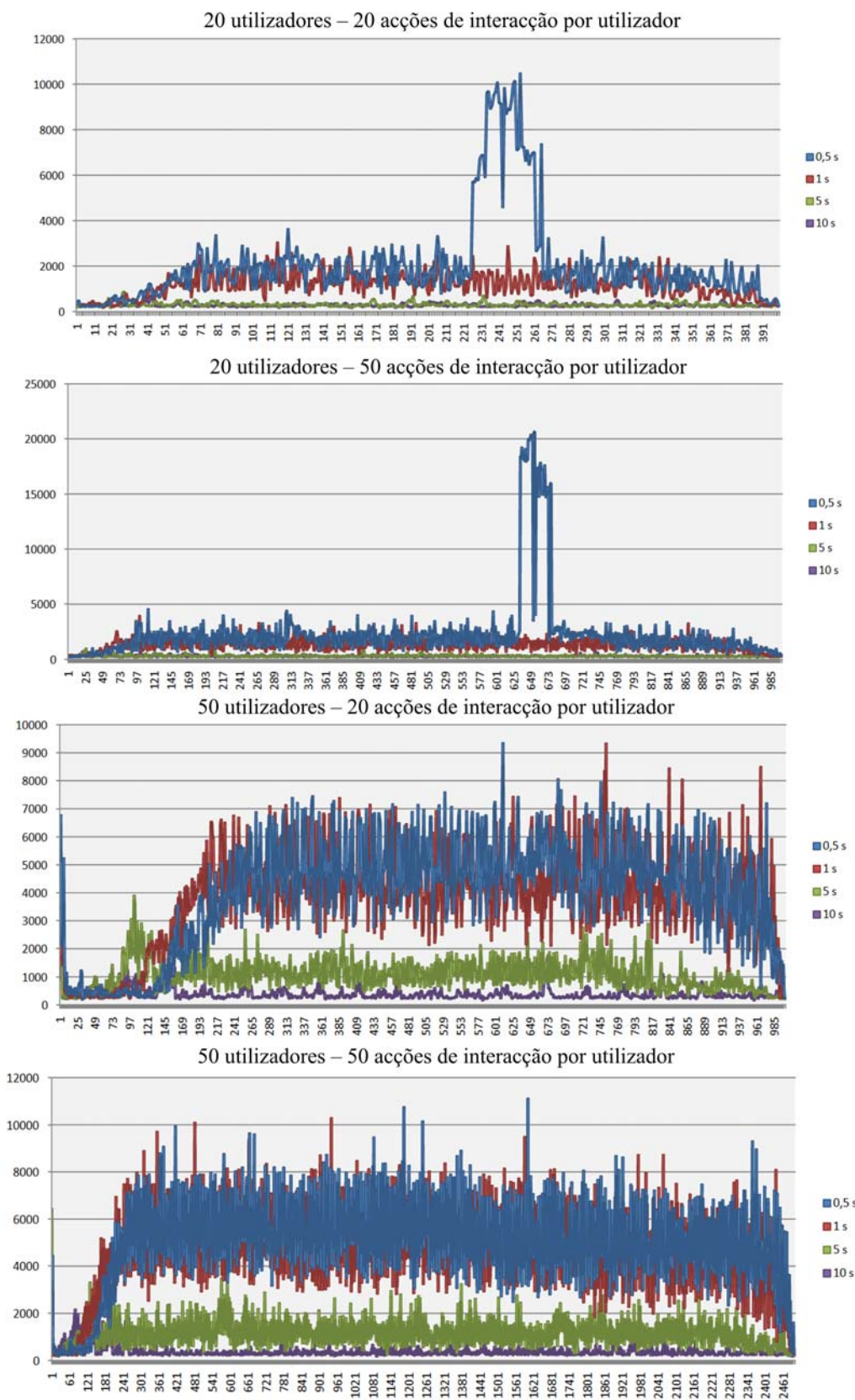


Figura 6.11 – Gráficos dos tempos de execução de acções de interacção (2).

info-inclusão».

Como previamente mencionado, a validação da avaliação de interacção social teve como base uma estratégia baseada na criação de dois casos de estudo integrados no domínio de aplicação dos Teatros Sociais. A recolha de dados experimentais recorreu à utilização de questionários que foram elaborados tendo em vista a avaliação de satisfação dos utilizadores com o ambiente virtual de interacção social regulada, centrando-se num conjunto de parâmetros de avaliação do ambiente. O método de recolha de dados influenciou também a selecção dos casos de uso, uma vez que foram seleccionadas situações comuns à amostra de utilizadores que realizou as experiências e consequentemente efectuou o preenchimento dos questionários. Neste contexto, a metodologia seguida para esta avaliação passou pela realização de um conjunto de experiências com utilizadores reais que interagiram em ambientes virtuais de interacção social regulada (Espaços Sociais), criados no protótipo desenvolvido da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais. Com base nas experiências de interacção nos ambientes, foram conduzidos inquéritos aos utilizadores incidindo sobre um conjunto de parâmetros em avaliação. Os inquéritos foram elaborados tendo como base o questionário de satisfação da interface com o utilizador (QUIS – *Questionnaire for User Interface Satisfaction*) [57] sendo divididos em diversas secções que reflectem cada um dos parâmetros em avaliação. Cada parâmetro é avaliado pelos diferentes utilizadores com base numa escala compreendida entre 0 e 9 referente a um factor de influência mínimo e máximo do parâmetro, como por exemplo, o parâmetro relativo ao nível de experiência dos utilizadores em ambientes de interacção social é avaliado segundo o factor mínimo “baixo” e o factor máximo “elevado”, que correspondem respectivamente aos valores 0 e 9 na escala de classificação.

Os parâmetros abrangidos pelos questionários vão de encontro aos objectivos gerais da avaliação da interacção social, abrangendo um conjunto de parâmetros relativos à reacção geral dos utilizadores ao ambiente de interacção social, assim como conjuntos específicos cuja ênfase recai em situações particulares de cada experiência de interacção. Nestes conjuntos específicos de parâmetros são de destacar: a organização do ambiente, a ambientação dos utilizadores ao espaço de interacção, a

concretização dos objectivos e a sensação de vigilância electrónica no ambiente.

As experiências realizadas foram divididas em duas fases, permitindo numa primeira avaliação a análise comparativa entre ambientes virtuais em que a interacção social se efectua de uma forma: não regulada e não coordenada; coordenada e não regulada; e coordenada e regulada. Numa segunda fase, foi avaliada a regulação e coordenação da interacção social em ambientes de interacção social, e analisada a sua influência na clarificação das actividades de interacção e na concretização dos objectivos do ambiente. Em ambas as fases experimentais foram usados como ambientes virtuais de interacção social os Espaços Sociais criados no âmbito dos casos de estudo anteriormente apresentados. No entanto, na primeira fase da experiência foram introduzidas algumas alterações de forma a possibilitar a avaliação comparativa dos ambientes de interacção. Deste modo, na primeira fase os utilizadores que colaboraram na realização da experiência interagiram em quatro Espaços Sociais com diferentes características ao nível da coordenação e regulação das acções de interacção, que serão posteriormente apresentadas na subsecção específica. No final da realização da experiência foi requerido a cada utilizador o preenchimento de um questionário comparativo da experiência de interacção nos quatro ambientes. A segunda fase de experiências envolveu os dois Espaços Sociais descritos nos casos de estudo, nos quais, interagiram grupos de utilizadores. No final da interacção em cada Espaço Social foi solicitado aos utilizadores o preenchimento de um questionário no qual eram avaliados um conjunto de parâmetros centrados na coordenação e regulação da interacção social no ambiente.

As experiências decorreram no ambiente de testes, contando com 15 computadores pessoais que foram configurados segundo o especificado para equipamentos cliente. A primeira fase de experiências contou com a colaboração de 17 utilizadores, tendo participado na segunda fase 23 utilizadores, perfazendo um total de 40 utilizadores. Será pertinente evidenciar que cada utilizador participou apenas numa das fases das experiências de forma a que os resultados obtidos não fossem influenciados por participação anterior na interacção nos ambientes.

Nas subsecções seguintes são apresentadas em detalhe cada uma das fases experimentais realizadas, evidenciando o seu planeamento, os parâmetros específicos em

avaliação, a descrição das experiências realizadas, a apresentação dos resultados obtidos e a sua respectiva análise.

Avaliação comparativa de interacção social em Espaços Sociais

A avaliação comparativa de interacção social no ambiente de interacção dos Teatros Sociais constitui a primeira fase das experiências realizadas com utilizadores reais tendo como principal objectivo avaliar as diferenças, do ponto de vista dos utilizadores, entre ambientes em que a interacção é; não coordenada e não regulada, coordenada e não regulada e coordenada e regulada. Neste contexto, e com base nos casos de estudo anteriormente mencionados, foram criados quatro Espaços Sociais nos quais os utilizadores reais interagiram, tendo a sua experiência de interacção sido avaliada com base na realização de um questionário.

Os ambientes virtuais de interacção social que serviram de apoio à realização desta fase de experiências foram os Espaços Sociais criados para os casos de estudo apresentados. Neste âmbito, com base no caso de estudo *“apresentação de um artigo numa conferência”* foram criados três Espaços Sociais:

- Ambiente 1 – Espaço Social caracterizado por acções não coordenadas e não reguladas. As acções que compõem o fluxo de interacção deste Espaço Social são as definidas para o caso de estudo, todavia, o fluxo de interacção não tem qualquer organização e sequenciação das acções, sendo consequentemente a interacção não coordenada. Deste modo, qualquer acção de interacção pode ser realizada por qualquer actor do Espaço Social em qualquer momento da interacção. No que respeita as regras de interacção e operação do Espaço Social, é definido como comportamento por omissão a aceitação da execução de serviços e acções de interacção por qualquer actor, facto pelo qual a interacção no ambiente é não regulada.
- Ambiente 2 – Espaço Social caracterizado por acções de interacção coordenadas e não reguladas. O fluxo de interacção deste Espaço Social segue a definição do caso de estudo do qual deriva, havendo uma sequenciação das acções e por conseguinte a sua coordenação pelo gestor de fluxo de interacção.

Por seu lado, a não regulação da interacção social do ambiente implica a inexistência de regras de interacção e operação e a definição do comportamento por omissão dos mecanismos de regulação de modo a aceitar todos os pedidos de execução de serviços e de acções de interacção pelos actores do Espaço Social.

- Ambiente 3 – Espaço Social com interacção social coordenada e regulada. Este Espaço Social segue a especificação do caso de estudo descrito, incluindo o seu fluxo de interacção, bem como as regras de interacção e operação.

O quarto Espaço Social (Ambiente 4) incluído nesta fase das experiências para avaliação da regulação de interacção social recorre ao caso de estudo “*Aula*” sendo um Espaço Social no qual a interacção social é regulada e coordenada.

As experiências foram conduzidas com pequenos grupos de forma a que fosse introduzido o menor conjunto possível de elementos externos ,que pudessem influenciar o utilizador na sua experiência de interacção, maximizando deste modo a sua atenção no ambiente e, por consequência, permitisse uma comparação mais realista e verosímil dos Espaços Sociais em que cada um participou. Nesta fase de experiências os 17 participantes foram divididos em grupos de três ou quatro utilizadores, reflectindo-se na realização de 5 sessões de interacção nos Espaços Sociais com 5 grupos distintos de utilizadores.

No final da experiência foi pedido a cada utilizador o preenchimento de um questionário (Apêndice D.2), no qual, cada utilizador comparou os quatros Espaços Sociais em que participou. Os questionários foram elaborados tendo em conta diversos parâmetros em avaliação, delineados segundo os seguintes objectivos:

- Análise da importância da coordenação e regulação da interacção social no Espaço Social e o seu papel na sua compreensão global do ambiente.
- Reacção geral dos utilizadores com base na comparação entre ambientes não regulados e não coordenados, coordenados não regulados e coordenados regulados.
- Importância da organização das acções na simplificação do ambiente.
- Contribuição da coordenação para a aprendizagem e ambientação ao Espaço Social.

- Correlação entre vigilância electrónica e regulação do Espaço Social do ponto de vista dos utilizadores a interagir no ambiente.
- Importância da coordenação e regulação para a concretização dos objectivos do ambiente.
- Adequação do ambiente e aplicação a situações reais.

A experiência foi monitorizada com base na interface web de gestão de forma a que fossem controlados todos os factores em avaliação no ambiente, bem como o comportamento funcional da arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais. Os resultados globais obtidos na primeira fase da experiência são apresentados na Tabela 6.6. Os resultados foram obtidos para cada uma das questões presentes no questionário realizado, ao universo global de utilizadores que participaram nesta fase da experiência. Os valores apresentados relativos às questões compreendidas entre 1 e 7 e à questão 10 representam o valor médio na escala de 0-9 do respectivo parâmetro em avaliação. No que respeita o valor da questão 8, é apresentada a percentagem de utilizadores que seleccionou cada um dos ambientes. A omissão dos resultados relativos à questão 9 deve-se ao facto da totalidade dos utilizadores ter respondido que os ambientes eram adequados à utilização em situações reais. Neste sentido, é de salientar que 37,5% dos utilizadores respondeu que os ambientes 3 e 4 eram os mais adequados; 37,5% respondeu que somente o Ambiente 4 era o mais adequado; 12,5% respondeu que o Ambiente 3 era o mais adequado; e 12,5% considerou o Ambiente 2 o mais adequado.

Dada a heterogeneidade dos utilizadores no que respeita o nível de experiência na utilização de ambientes virtuais de interacção social, a análise dos valores obtidos foi realizada subdividindo os resultados em três classes de utilizadores, mediante o seu nível de experiência de utilização. Deste modo foram criadas as classes: utilizadores com pouca experiência, utilizadores com experiência média e utilizadores com grande experiência. A diferenciação entre as classes foi efectuada com base nos valores da questão 10 do questionário: os utilizadores que declararam ter um nível de experiência em ambientes de interacção inferior a 5 foram classificados como utilizadores com pouca experiência; utilizadores com nível de experiência igual a 5 foram classificados como utilizadores com experiência média; os restantes, ou seja,

Resultados globais da 1ª fase de experiências

Amostra de 17 utilizadores

1. Reacção geral											
Mau – Bom*				Difícil – Fácil*				Frustrante – Satisfatório*			
A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
5,25	6,25	7,06	6,88	5,75	6,06	6,69	6,81	5,19	5,88	6,81	6,81

1. Reacção geral				2. Organização				3. Sequência das acções			
Rígido – Flexível*				Cunfusa – Clara*				Cunfusa – Clara*			
A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
6,31	5,94	5,19	5,63	3,75	5,56	7,25	7,63	3,88	6,06	7,19	7,63

4. Aprendizagem				5. Ambientação				6. Vigilância Electrónica			
Difícil – Fácil*				Lenta – Rápida*				Pequena – Grande*			
A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
5,81	6,06	6,13	6,38	5,88	6,25	6,00	6,50	3,88	4,44	4,94	4,81

7.Concretização de objectivos				8. Ambiente mais conveniente			10. Experiência em ambientes de interacção
Difícil – Fácil*							
A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	
4,75	6,00	7,06	7,31	6,25%	6,25%	87,5%	4,19

*Os valores encontram-se numa escala de 0-9 mediante os factores específicos de cada parâmetro em avaliação.

Legenda:

A1 – Ambiente 1

A2 – Ambiente 2

A3 – Ambiente 3

A4 – Ambiente 4

Tabela 6.6 – Resultados globais da primeira fase das experiências com utilizadores reais

utilizadores com experiência superior a 5 foram classificados como utilizadores com experiência elevada. Será relevante referir que esta classificação permitiu uma distribuição equilibrada dos utilizadores, existindo na amostra 6 utilizadores com pouca experiência, 5 utilizadores com experiência média e 6 utilizadores com experiência elevada. Com base nesta classificação, os resultados apresentados na Tabela 6.6 foram derivados nos resultados que constam na Tabela 6.7.

A análise dos resultados globais da experiência realizada revelam que, de uma forma geral, a reacção ao ambiente de interacção é mais satisfatória para os ambientes em que a interacção é coordenada e regulada. Os dados recolhidos indicam um melhoria do ambiente, com um aumento da facilidade de utilização, um aumento da satisfação dos utilizadores e uma ligeira perda de flexibilidade. Por outro lado, os resultados manifestam que os utilizadores nos Espaços Sociais em que a interacção é coordenada e regulada consideram que há uma melhoria na organização do ambiente e uma clarificação das acções de interacção. São ainda de considerar os resultados relativos à ambientação e aprendizagem do sistema que demonstram que a interacção regulada e coordenada contribui para uma mais fácil aprendizagem e uma mais rápida ambientação dos utilizadores aos Espaços Sociais. Uma questão que merece particular consideração nos resultados da experiência está relacionada com os valores obtidos no que respeita a sensação de vigilância electrónica. Os utilizadores revelaram um ligeiro aumento da sensação de vigilância electrónica entre os ambientes não coordenados e não regulados e os ambientes coordenados e regulados. No entanto este aumento não é significativo, sendo similar à diminuição de flexibilidade do ambiente. É ainda de salientar o elevado aumento no que respeita a concretização dos objectivos nos Espaços Sociais, bem como a conveniência do Espaço Social “Ambiente 3” para o propósito para que foi criado, quando comparado com os Espaços Sociais “Ambiente 1” e “Ambiente 2”. Em síntese, da análise destes resultados é de realçar a semelhança entre os valores obtidos para os Espaços Sociais “Ambiente 3” e “Ambiente 4” que são ambientes coordenados e regulados. A inclusão do “Ambiente 4” na experiência constituiu um factor de validação e controlo dos resultados, sendo esta comparação entre os resultados obtidos para os dois Espaços Sociais crucial para a validade dos dados recolhidos.

Resultados por classes de nível de experiência da 1ª fase de experiências
 Amostra de 17 utilizadores

Nível de experiência	1. Reacção geral							
	Mau – Bom*				Difícil – Fácil*			
	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
Baixo	5,50	6,33	7,17	6,33	5,33	5,83	6,67	6,33
Médio	3,75	5,75	7,50	7,25	4,75	5,50	6,75	6,50
Elevado	6,00	6,50	6,67	7,17	6,83	6,67	6,67	7,50

1. Reacção geral								2. Organização			
Frustrante – Satisfatório*				Rígido – Flexível*				Cunfusa – Clara*			
A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
5,00	5,33	7,00	6,50	6,50	5,83	4,17	4,50	4,33	5,33	7,33	7,67
4,50	5,75	6,50	6,75	5,75	5,00	5,00	5,25	1,75	5,00	7,50	7,50
5,83	6,50	6,83	7,17	6,50	6,67	6,33	7,00	4,50	6,17	7,00	7,67

3. Sequência das acções				4. Aprendizagem				5. Ambientação			
Cunfusa – Clara*				Difícil – Fácil*				Lenta – Rápida*			
A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
4,67	6,00	7,67	7,33	5,50	5,17	5,50	5,33	5,50	5,17	5,33	5,67
2,50	5,50	7,50	7,25	5,25	5,50	6,25	6,00	5,75	6,25	6,25	6,00
4,00	6,50	6,50	8,17	6,50	7,33	6,67	7,67	6,33	7,33	6,50	7,67

6. Vigilância Electrónica				7.Concretização de objectivos				8. Ambiente mais conveniente		
Pequena – Grande*				Difícil – Fácil*						
A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3
3,17	3,33	3,50	3,17	4,67	5,17	7,00	6,67	0%	0%	100%
2,75	3,50	3,50	4,00	3,25	5,25	7,25	7,25	0%	0%	100%
5,33	6,17	7,33	7,00	5,83	7,33	7,00	8,00	16,7%	16,7%	66,6%

9.2 Adequação a situações reais			
A3 e A4	A4	A3	A2
16,7%	50%	16,7%	16,6%
75%	0%	25%	0%
33,3%	50%	0%	16,7%

*Os valores encontram-se numa escala de 0-9 mediante os factores específicos de cada parâmetro em avaliação.

Legenda:

A1 – Ambiente 1 A2 – Ambiente 2
 A3 – Ambiente 3 A4 – Ambiente 4

Tabela 6.7 – Resultados por classes de nível de experiência dos utilizadores em ambientes virtuais de interacção social da primeira fase das experiências com utilizadores reais

Os resultados globais revelam que o nível de experiência média dos utilizadores que participaram na experiência é de 4,19 numa escala de 0-9. Além deste facto, uma análise detalhada dos resultados revelou uma grande heterogeneidade no nível de experiência dos utilizadores. Este facto conduziu, como anteriormente descrito, à criação de classes de experiência de utilização de ambientes de interacção, e consequentemente à reavaliação dos resultados com base nas três classes de nível de experiência (baixo, médio e elevado).

A avaliação dos resultados, com base nas classes de níveis de experiência definidas, revelam globalmente que os utilizadores com um nível de experiência média possuem maior sensibilidade à coordenação e regulação dos ambientes de interacção do que os utilizadores com um nível de experiência elevado e baixo. Este facto fica patente nos resultados apresentados na Tabela 6.7 em que as variações dos valores obtidos para os parâmetros em avaliação são mais acentuados entre nos diferentes Espaços Sociais onde decorreu a experiência. Por seu lado é também esta classe de utilizadores que revela uma maior consistência nos resultados, apresentando a menor diferença entre as variações máximas dos valores obtidos para os Espaços Sociais “Ambiente 3” e “Ambiente 4” (0,5 na questão 6 contrapondo-se com 0,84 na questão 1. a) no que respeita a classe de nível de experiência baixa e na classe de utilizadores com elevada experiência 1,67 na questão 3).

Um facto relevante no contexto desta análise dos resultados prende-se com os valores obtidos para a sensação de vigilância electrónica. Para os utilizadores com baixa experiência em ambientes de interacção, a sensação de vigilância electrónica nos diferentes Espaços Sociais é muito baixa, sendo também as variações muito pequenas. Por outro lado, para os utilizadores com elevada experiência de interacção em ambientes virtuais a regulação e coordenação da interacção revela-se como um factor que influencia a sua sensação de vigilância electrónica, apresentando diferenças significativas.

Outra situação que requer uma análise cuidada são as diferenças de valores para os quatro ambientes obtidas na classe de utilizadores com baixo nível de experiência. Segundo os resultados obtidos para estes utilizadores os quatro ambientes de interacção são muito similares, não apresentando diferenças significativas nos parâmetros

avaliados. A classe de utilizadores que maiores diferenças revelou foi a classe de nível médio, como previamente referido.

Avaliação da coordenação e regulação da interacção social

A segunda fase das experiências realizadas consistiu na avaliação da coordenação e regulação da interacção social nos Espaços Sociais. Esta fase de experiências visou a avaliação da influência da regulação da interacção social na clarificação das actividades de interacção e a concretização dos objectivos dos ambientes. Neste contexto, a ênfase desta avaliação recaiu na análise de interacção de grupos de utilizadores no ambiente dos Teatros Sociais usando os dois casos de estudo anteriormente descritos: “*Apresentação de um artigo numa conferência*” e “*Aula*”.

Neste contexto, foram realizadas 6 experiências nas quais intervieram 23 utilizadores. Os utilizadores foram divididos em 3 grupos, tendo cada grupo participado em duas experiências: uma delas usando o caso de estudo “*apresentação de um artigo numa conferência*”; e a outra usando o caso de estudo “*aula*”. Cada experiência contou em média com a participação de 8 utilizadores a interagir no ambiente num período não superior a 20 minutos.

No Espaço Social “*apresentação de um artigo numa conferência*” os utilizadores que colaboraram na experiência desempenharam o papel de audiência. Os papéis de autor e moderador foram atribuídos a utilizadores externos a cada experiência que desempenharam o papel com todos os grupos de utilizadores participantes. No sentido a garantir a uniformidade no ambiente de interacção, além da participação destes utilizadores externos, foi preparado um guião para o Espaço Social definindo qual o modo de participação destes actores na interacção. Deste modo, foi preparada uma apresentação padronizada para ser apresentada pelo autor do artigo no Espaço Social. A apresentação, intitulada “GLUTAD – Grupo Linux da UTAD”, era constituída por 8 diapositivos, sendo cada diapositivo uma imagem para ser colocada no *whiteboard* do Espaço Social. Complementarmente, foi também preparado o discurso do autor, de forma a que fosse uniforme com todos os grupos de utilizadores. No que respeita o actor moderador, o planeamento da experiência previa a sua participação na interacção com a audiência na segunda fase do fluxo de interacção

do Espaço Social, a sessão de questões. A interacção deste actor passava pelo incentivo aos utilizadores para a colocação de questões e apresentação de comentários à apresentação efectuada na primeira fase do fluxo de interacção do Espaço Social.

O planeamento seguido para o Espaço Social “*apresentação de um artigo numa conferência*” foi igualmente aplicado ao outro Espaço Social incluído nesta fase de testes: o Espaço Social “*aula*”. Neste Espaço Social, os utilizadores participantes na experiência desempenharam o papel de alunos, tendo sido atribuído a um utilizador externo o papel de professor. Ao nível do planeamento da interacção, foi definido que no Espaço Social decorreria uma apresentação teórica, seguida de uma apresentação prática, terminando com a resolução de dois exercícios práticos. Dado o tempo limite pré-estabelecido pelo planeamento da experiência, o sub-fluxo de “esclarecimento de dúvidas aos alunos” não foi incluído na interacção social no ambiente. Para a fase “apresentação teórica” do fluxo de interacção do Espaço Social foi preparado para o actor professor um pequeno discurso, no qual o actor se apresentava aos alunos e introduzia o tema da aula: “sistemas de numeração”. Posteriormente, o fluxo de interacção do Espaço Social passava para a fase de “apresentação prática”, na qual, o actor professor recorria a 2 diapositivos sobre sistemas de numeração e respectivas conversões, que sendo colocadas no *whiteboard* do Espaço Social como imagens. A interacção no Espaço Social é finalizada com a resolução interactiva e discussão de dois exercícios práticos de conversão de sistemas de numeração.

A avaliação da interacção nos Espaços Sociais passou pela realização de questionários no final da interacção em cada um dos ambientes com o objectivo de recolher dados sobre um conjunto de parâmetros especificados com base nos objectivos globais desta fase das experiências. Neste sentido, os parâmetros em avaliação nas experiências são similares aos parâmetros avaliados na fase anterior, sem existir no entanto o factor de comparação entre os ambientes. Deste modo, o questionário elaborado é constituído por um grupo de parâmetros relativos à reacção geral ao ambiente que incluem a qualidade do Espaço Social, a facilidade de utilização, a satisfação dos utilizadores e a liberdade na interacção. No que respeita os parâmetros específicos, foram abrangidos nesta fase parâmetros relativos a:

- organização, distribuição e sequência das acções;

- aprendizagem e ambientação ao ambiente de interacção;
- sensação de vigilância electrónica;
- concretização dos objectivos;
- adequação do ambiente a situações reais.

O questionário conta ainda, tal como na fase experimental anterior, com uma questão relativa ao nível de experiência dos utilizadores em ambientes virtuais de interacção social. Será de salientar que nas questões 2 e 3 do questionário as escalas se encontram invertidas, introduzindo um factor de controlo nos resultados obtidos. O questionário realizado aos utilizadores pode ser consultado no Apêndice D.3.

Os resultados obtidos na experiência no Espaço Social “*apresentação de um artigo numa conferência*” são apresentados na Tabela 6.8. À semelhança do sucedido na primeira fase das experiências, o nível de experiência dos utilizadores em ambientes de interacção social revelou-se muito heterogéneo, pelo que os resultados apresentados na Tabela 6.8 englobam a média global dos resultados obtidos, nos quais a média de nível de experiência é de 5,43, bem como os valores parciais para 3 classes de nível de experiência, como definido anteriormente. Numa análise global aos resultados obtidos nas experiências, a reacção geral ao ambiente é boa no que respeita a qualidade do ambiente, facilidade de utilização, nível de satisfação e liberdade de interacção, com valores superiores a 6,5. Os utilizadores consideraram que a organização das acções no ambiente de interacção contribuí medianamente para a clarificação da interacção no Espaço Social. É importante salientar que o valor deste parâmetro de avaliação é avaliado de modo inverso, uma vez que o questionário considera que a contribuição máxima é 0 e a contribuição mínima 9. Esta situação verifica-se também no parâmetro de avaliação da contribuição da sequência e distribuição das acções pelos actores para a melhoria da interacção no ambiente de interacção. O valor obtido para este último parâmetro revela que os utilizadores consideraram que este factor contribui efectivamente para a melhoria da interacção social no Espaço Social. Os parâmetros relativos à ambientação e à aprendizagem do ambiente de interacção apresentam valores que revelam uma rápida aprendizagem do ambiente, bem como uma fácil ambientação. Por seu lado, a sensação de vigilância electrónica apresenta um valor consideravelmente alto (5,74). A concretização dos objectivos

Espaço Social “Apresentação de um artigo numa conferência”

Amostra de 23 utilizadores

Nível de Experiência	1. Reacção Geral				2. Organização das acções	3. Sequência das acções	4. Aprendizagem e Ambientação		5. Vigilância Electrónica	6. Concretização dos objectivos	7. Adequação do ambiente
	Qualidade	Utilização	Satisfação	Liberdade			Aprendizagem	Ambientação			
G	6,52	6,91	6,70	6,70	4,35	3,13	7,35	7,26	5,74	6,52	91%
B	7,22	7,44	7,11	7,78	5,11	3,44	7,44	7,33	5,67	6,67	100%
M	5,20	7,00	6,20	5,80	3,60	1,80	7,00	6,20	5,80	5,80	80%
E	6,56	6,33	6,56	6,11	4,00	3,56	7,44	7,78	5,78	6,78	89%

LEGENDA

G – Resultados globais

B – Classe de utilizadores com nível de experiência baixa

M – Classe de utilizadores com nível de experiência média

E – Classe de utilizadores com nível de experiência elevada

Tabela 6.8 – Resultados da segunda fase das experiências com utilizadores reais – Espaço Social “Apresentação de um artigo numa conferência”

no ambiente é, segundo os utilizadores, relativamente fácil, apresentando um valor de 7,52. Por fim, será de realçar que 91% dos utilizadores consideraram o ambiente adequado a situações reais.

Comparativamente com a análise global, os resultados obtidos para as classes de nível de experiência em ambientes de interacção apresentam valores aproximados, sendo de realçar o facto da totalidade dos utilizadores com baixo nível de experiência considerarem o ambiente adequado à utilização em situações reais. É ainda de salientar que os utilizadores com nível médio de experiência avaliaram o parâmetro relativo à contribuição na melhoria da interacção social da sequência e distribuição das acções de interacção pelos actores do ambiente com um valor acima da média global.

Os resultados obtidos na experiência no Espaço Social “aula” são apresentados na Tabela 6.9. Globalmente, os resultados obtidos são similares aos obtidos com o caso de estudo do Espaço Social “*apresentação de um artigo numa conferência*”. No entanto será de destacar um aumento na percentagem de utilizadores que consideram o ambiente adequado a situações reais, bem como a maior homogeneidade dos resultados obtidos para os diferentes níveis de experiência em ambientes de interacção social. É também de salientar uma maior sensação de vigilância electrónica neste ambiente, bem como uma melhoria na reacção geral dos utilizadores ao ambiente. Estas diferenças de resultados podem ser interpretadas como resultado da ambientação e aprendizagem do ambiente na sua globalidade por parte dos utilizadores, com base na realização prévia de uma experiência noutro Espaço Social com as mesmas características de interacção.

Espaço Social “Aula”
Amostra de 23 utilizadores

Nível de Experiência	1. Reacção Geral				2. Organização das acções	3. Sequência das acções	4. Aprendizagem e Ambientação		5. Vigilância Electrónica	6. Concretização dos objectivos	7. Adequação do ambiente
	Qualidade	Utilização	Satisfação	Liberdade			Aprendizagem	Ambientação			
G	6,96	6,70	7,09	6,70	3,52	3,65	6,87	7,17	6,13	6,96	96%

B	7,13	7,13	7,50	7,63	4,13	3,50	7,75	7,75	6,50	7,13	100%
M	7,20	6,60	7,00	6,80	3,00	4,00	5,40	6,00	6,80	6,80	100%
E	6,70	6,40	6,80	5,90	3,30	3,60	6,90	7,30	5,50	6,90	90%

LEGENDA

G – Resultados globais

B – Classe de utilizadores com nível de experiência baixa

M – Classe de utilizadores com nível de experiência média

E – Classe de utilizadores com nível de experiência elevada

Tabela 6.9 – Resultados da segunda fase das experiências com utilizadores reais – Espaço Social “Aula”

7

Conclusões e trabalho futuro

«Valeu a pena? Tudo vale a pena

Se a alma não é pequena.»

Fernando Pessoa, *Mensagem*.

Neste capítulo é apresentada uma análise crítica ao modelo dos Teatros Sociais e à implementação da arquitectura de suporte, avaliando o cumprimento dos objectivos propostos para esta tese e tiradas as conclusões devidas sobre trabalho desenvolvido. No desfecho do capítulo são perspectivadas algumas linhas de trabalho futuro para a evolução do modelo e da arquitectura de suporte aos Teatros Sociais.

7.1 Conclusões

O objectivo primordial desta tese era definir um modelo para coordenação e regulação de interacção social em ambientes virtuais de interacção social que servisse de base ao desenvolvimento de uma arquitectura de software dinâmica para a criação de ambientes de interacção social regulada na Web. Como foi apresentado, o modelo dos Teatros Sociais, implementado pela arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais constitui uma solução para o problema apresentado, regulando e coordenando a interacção social nos Espaços Sociais e evoluindo com as necessidades dos utilizadores, adaptando dinamicamente as regras que regulam os espaços de interacção. A validação do modelo dos Teatros Sociais e da arquitectura implementada foi efectuada com base em experiências realizadas com utilizadores reais, usando para o efeito dois casos de estudo. Os casos de estudo criados visaram, além da validação do modelo e da arquitectura, demonstrar o funcionamento do sistema, quer ao nível da definição das meta-estruturas de dados, quer ao nível do ambiente de execução. A avaliação da arquitectura foi complementada com a realização de uma análise qualitativa e a realização de testes que resultaram em medidas quantitativas do desempenho do sistema.

No sentido de atingir o objectivo principal desta tese foram cumpridas as seguintes tarefas:

- Foi realizado um estudo dos ambientes virtuais de interacção que identificou os seus principais requisitos e as suas principais características. Neste estudo foram também identificados os vários domínios de aplicação destes ambientes e as principais linhas de investigação nesta área, o que contribuiu para o levantamento dos problemas associados aos actuais ambientes virtuais de interacção. O estudo foi complementado com a definição dos principais conceitos relacionados com esta temática.
- Foi efectuado um estudo sobre o estado da arte da regulação da interacção em diversas áreas de investigação, tendo sido identificados trabalhos relativos nas áreas da interacção humano-computador, em particular nas sub-áreas dedicadas ao estudo do trabalho cooperativo suportado por computador e das

comunidades virtuais, e da inteligência artificial, em particular na sub-área dos sistemas multi-agente.

- Efectuou-se a avaliação do papel das arquitecturas de software no desenvolvimento de ambientes de interacção social. Neste âmbito foram avaliados estilos arquitecturais genéricos e particulares e discutida a sua aplicabilidade à especificação e desenvolvimento de arquitecturas de software de suporte a ambientes virtuais de interacção social. O estudo passou também pela análise dos sistemas distribuídos, tendo merecido particular atenção os sistemas orientados para a Web e os sistemas de coordenação de actividades em grupos de trabalho.
- Propôs-se um modelo inovador para a regulação da interacção social concorde com os propósitos da Tese: o modelo dos Teatros Sociais.
- Com base no modelo de regulação de interacção social, foi especificada uma arquitectura de software dinâmica para a criação de ambientes de interacção social regulada na Web: a arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais (ASTeaS).
- Pesquisaram-se implementações de tecnologias adequadas à implementação da arquitectura, entre ferramentas comerciais, livres e de código aberto. Foi tida em consideração a necessidade de ferramentas para a implementação do repositório, base de conhecimento e gestor do fluxo de interacção, bem como para a implementação da interface de serviços aplicativos baseada em *Web Services*.
- A arquitectura especificada foi implementada, tendo sido desenvolvidos dois protótipos de aplicações cliente: uma para interacção no ambiente dos Teatros Sociais; outra para gestão do sistema.
- Foi efectuada uma avaliação qualitativa da arquitectura desenvolvida que permitiu assegurar que as funcionalidades foram implementadas segundo o especificado bem como o bom funcionamento da arquitectura. Complementarmente, foram realizados testes que permitiram criar medidas quantitativas de desempenho do sistema e avaliar a sua capacidade de resposta e utilização.

- Criaram-se dois casos de estudo que demonstram o funcionamento da arquitectura implementada e retratam duas situações inseridas no domínio de aplicação do sistema. Os casos de estudo criados serviram também para o planeamento e execução de experiências com utilizadores reais que constituíram a base para a validação da Tese.
- Foi realizado um conjunto de experiências com grupos utilizadores reais nos Espaços Sociais criados com base nos casos de estudo definidos, e, avaliado o impacto da regulação da interacção social nos ambientes de interacção social criados.

Deste modo os objectivos parcelares definidos no capítulo introdutório foram atingidos com sucesso, tendo sido apresentadas contribuições inovadoras na área em que este trabalho se enquadra. O modelo dos Teatros Sociais, baseado no modelo de interacção do teatro, constitui uma solução válida para a regulação da interacção nos ambientes virtuais, tendo como fundamentos a definição dos papéis, regras e fluxo de interacção. A associação destes três conceitos assegura que nos espaços de interacção dos Teatros Sociais, os Espaços Sociais, a interacção entre os actores é coordenada pelo fluxo de interacção e regulada segundo regras de interacção e ordenação. O modelo dos Teatros Sociais implementado na arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais (ASTeaS), fornece um meta-ambiente para a criação dinâmica de Espaços Sociais permitindo que sejam criados espaços de interacção adequados às necessidades dos utilizadores do Teatro Social. A ASTeaS assegura a adaptação dinâmica da regulação dos Espaços Sociais, possibilitando a alteração em tempo de execução das regras de interacção e coordenação destes espaços, mediante as necessidades demonstradas pelos utilizadores ao longo da interacção. Ao nível da usabilidade, foram especificados mecanismos que permitem a utilização de vários dispositivos na interacção, sendo os conteúdos adaptados às características de cada dispositivo, bem como às próprias necessidades dos utilizadores.

A arquitectura de suporte aos Teatros Sociais é baseada numa camada de meta-dados que assegura a criação dinâmica de componentes necessários ao funcionamento do sistema, num mecanismo comparável à instanciação em programação orientada a objectos. De acordo com os testes realizados, o desempenho do sistema na criação

dinâmica de Espaços Sociais é aceitável, constituindo esta solução inovadora e permitindo a criação de ambientes de interacção de acordo com as necessidades dos utilizadores. Paralelamente, os mecanismos dinâmicos de inclusão de serviços de interacção conferem uma grande flexibilidade ao sistema, contribuindo para assegurar a criação de uma grande diversidade de ambientes e garantindo a sua evolução e manutenção.

A utilização de uma base de conhecimento de suporte aos mecanismos de regulação dos ambientes de interacção apresenta-se como uma solução válida e inovadora para o problema da complexidade das dependências inerentes ao modelo de regulação, permitindo também a implementação de um mecanismo de adaptação dinâmica simples. Deste modo, a validação das acções de interacção executadas nos Espaços Sociais é efectuada por inferência do conhecimento existente sobre o Espaço Social. Por outro lado, é registado pelo sistema conhecimento sobre todas as interacções que têm lugar no ambiente, quer as que são válidas e executadas, quer as inválidas que conseqüentemente não são executadas.

A integração entre a plataforma dos Teatros Sociais e a base de conhecimento representa, segundo a avaliação realizada, a principal fraqueza do sistema. Os problemas registados ao nível das bibliotecas de conexão com a base de conhecimento revelaram alguns problemas de implementação que foram resolvidos, tendo a solução encontrada introduzido alguns problemas de desempenho ao sistema, nomeadamente em situações com múltiplos utilizadores a interagir. Contudo, esta situação representa um problema tecnológico que em nada influencia a validação da Tese.

A adaptação de conteúdos de interacção a vários dispositivos cliente foi especificada na arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais, sem no entanto ter sido implementada. Os mecanismos especificados implementam uma adaptação simples dos conteúdos baseados na sua meta-informação e em filtros de adaptação que seriam carregados dinamicamente pelo sistema. Os mecanismos de carregamento dinâmico para componentes foram validados, pelo que a implementação efectiva da adaptação de conteúdos de interacção requer a implementação de filtros de adaptação, do gestor de adaptação e do detector de recursos do dispositivo cliente.

Por último, outro dos pontos que se revelou alguma fraqueza foi a adaptação dos

ambientes de interacção social às necessidades dos utilizadores. A flexibilidade introduzida pela adaptação das regras revelou-se insuficiente para fazer face às necessidades. Foi verificado que a adaptação dinâmica conjunta das regras e do fluxo de interacção garante maior flexibilidade aos ambientes de interacção social. No entanto não foram definidos mecanismos para implementar este nível de adaptação dos Espaços Sociais.

As experiências conduzidas no âmbito da validação da tese permitiram avaliar a regulação da interacção social, nomeadamente o seu impacto ao nível da clarificação das acções de interacção e concretização dos objectivos do ambiente. Deste modo, com base nos resultados obtidos é possível concluir que, com a introdução de mecanismos de regulação de interacção social, a qualidade geral dos ambientes de interacção é incrementada, nomeadamente ao nível da utilização e satisfação dos utilizadores. Nestes ambientes, as acções de interacção são clarificadas, bem como é facilitada a sua aprendizagem e a ambientação dos seus utilizadores. Segundo a análise dos dados recolhidos nas experiências realizadas, os Espaços Sociais em que a interacção social é regulada, proporcionam uma mais fácil e rápida concretização dos objectivos, sendo estes ambientes adaptados à utilização em situações reais.

7.2 Linhas de orientação futura

O trabalho apresentado nesta Tese é um exíguo contributo para a melhoria dos actuais ambientes virtuais de interacção e para a sua evolução. O modelo desenvolvido e a arquitectura implementada não representam uma solução definitiva para o problema, contribuindo para a discussão e debate do problema na área científica em que se insere. Em seguida, são apresentadas algumas linhas de orientação futura que possibilitarão a continuidade e evolução do trabalho desenvolvido nesta tese.

Um dos pontos em que o sistema revelou algumas fraquezas foi ao nível da adaptação dos ambientes de interacção social às necessidades dos utilizadores, requerendo para tal a adaptação do fluxo de interacção, conjuntamente com a adaptação das regras que regulam a interacção nos Espaços Sociais. Neste contexto, constitui uma linha de trabalho futuro estudo de estratégias para a adaptação dinâmica dos fluxos de interacção bem como a sua especificação, implementação e avaliação.

A arquitectura de suporte ao modelo dos Teatros Sociais especifica mecanismos de adaptação de conteúdos, permitindo o acesso ao ambiente de interacção a partir de uma vasta gama de dispositivos, adaptando os conteúdos às suas características e capacidades e mesmo às próprias necessidades dos utilizadores. Contudo, a camada de adaptação não foi completamente implementada, pelo que constitui um dos pontos em que o sistema poderá vir a ser melhorado. A este nível será também interessante estudar novas formas de adaptação de conteúdos, nomeadamente as baseadas em Web Semântica. Neste contexto, a introdução de meta-dados standard associados aos conteúdos de interacção, em particular aos conteúdos multimédia, poderá facilitar a implementação dos mecanismos .

Associado à implementação dos mecanismos de adaptação de conteúdos, existe a necessidade de criar interfaces para os diversos dispositivos, ou, em alternativa uma interface de interacção genérica que seja adaptável e portátil. O crescente interesse na utilização de dispositivos móveis como telemóveis e assistentes digitais pessoais, perspectiva uma massificação da utilização destes dispositivos, pelo que uma interface adaptada às suas capacidades seria uma mais valia para o ambiente de interacção.

O protótipo da interface de interacção nos Teatros Sociais desenvolvido pretende apenas demonstrar as capacidades do sistema, não sendo uma interface muito apelativa e amigável para os utilizadores. Actualmente, as interfaces dos ambientes de interacção recorrem a ambientes tridimensionais, aumentando o nível de imersão dos participantes no ambiente e contribuindo para fortificar a sua presença. Deste modo, o desenvolvimento de uma interface tridimensional para a interacção no ambiente proporcionaria uma maior realidade ao ambiente e poderia garantir o seu sucesso. Uma das hipóteses que poderá ser considerada será a integração com interfaces já existentes ou mesmo a integração da própria arquitectura em mundos virtuais programáveis como é o caso do *Second Life* [16], criando sub-ambientes de interacção social regulada.

Com o desenvolvimento de interfaces tridimensionais para o ambiente de interacção,

os serviços de navegação e exploração poderão ser otimizados, conjugando informação espacial e temporal, com informação contextual do utilizador o que assegurará um grau de realidade superior ao ambiente. A informação contextual poderá incluir preferências do utilizador ou dados recolhidos com base nas suas actividades de interacção, bem como informação de localização real do utilizador. Estes factores, associados à adaptação dinâmica de conteúdos poderão estimular a utilização do ambiente de interacção.

Ao nível da implementação, a complexidade do modelo dos Teatros Sociais implicou a especificação e implementação de uma arquitectura de software. No entanto, a sua compreensão e clarificação teórica apresenta algumas falhas. Neste contexto, a complexidade do modelo dos Teatros Sociais revela que a sua especificação requer a utilização de métodos formais de forma a evitar ambiguidades, permitindo a definição precisa dos conceitos associados, nomeadamente os Espaços Sociais, papéis, regras e fluxo de interacção. Neste âmbito, são de referenciar alguns trabalhos que poderão constituir uma base de trabalho para a especificação formal do modelo dos Teatros Sociais. Entre eles destaca-se o trabalho de Pacheco [147] que define um modelo baseado em papéis para a especificação normativa de interacção de agentes e agencias colectivas organizadas, que poderá constituir uma base para a especificação formal de papéis nos Teatros Sociais. Por outro lado, a especificação formal do fluxo de interacção poderá recorrer à especificação formal de ontologias de processos [139, 177, 208, 210].

Ao nível da regulação de interacção social, o modelo dos Teatros Sociais define a adaptação dos mecanismo de regulação com base na observação dos utilizadores, sendo o processo efectuado pelo administrador do sistema. O estudo da interacção e avaliação do conhecimento sobre o comportamento dos utilizadores poderá permitir criar mecanismos de auto-adaptação da regulação da interacção social nos ambientes de interacção. Neste sentido, o estudo da possibilidade de inferência do conhecimento adquirido da interacção de forma a avaliar a possibilidade da adaptação da regulação da interacção ser efectuada pelo próprio ambiente constitui um desafio para o trabalho futuro nesta área [134]. Será pertinente salientar que actualmente esta área tem sido objecto de grande interesse na comunidade científica, nomeadamente ao

nível do trabalho cooperativo suportado por computador [65, 74, 112].

Os serviços de interacção implementados fornecem um conjunto básico de ferramentas para a criação de Espaços Sociais. O desenvolvimento de serviços de interacção inovadores, carregados dinamicamente pela ASTeaS, complementarão as capacidades e diversidade de ambientes de interacção que poderão ser definidos e dinamicamente criados. Por outro lado, o estudo da integração da ASTeaS com sistemas que forneçam serviços cooperativos poderá culminar numa maior abrangência do domínio de aplicação do modelo dos Teatros Sociais, com a sua expansão, por exemplo, ao domínio do trabalho cooperativo suportado por computador.

Bibliografia

- [1] “Active worlds – home of the 3d chat, virtual reality building platform.” [Online]. Available: <http://www.activeworlds.com>
- [2] “blaxxun.” [Online]. Available: <http://www.blaxxun.com/>
- [3] “Bonita: Workflow cooperative system.” [Online]. Available: <http://bonita.objectweb.org/>
- [4] “The castor project.” [Online]. Available: <http://www.castor.org/>
- [5] “Cyber1.org.” [Online]. Available: <http://www.cyber1.org>
- [6] “*teatro*. in infopédia. porto: Porto editora, 2003-2007.” [Online]. Available: [http://www.infopedia.pt/\\$teatro](http://www.infopedia.pt/$teatro)
- [7] “Ibm lotus software.” [Online]. Available: <http://www.lotus.com/>
- [8] “Irc.org, the home of irc.” [Online]. Available: <http://www.irc.org/>
- [9] “Javaserver faces technology – sun microsystems.” [Online]. Available: <http://java.sun.com/javaee/jaserverfaces/>
- [10] “Jiprolog - java internet prolog.” [Online]. Available: <http://www.ugosweb.com/jiprolog/>
- [11] “Microsoft exchange server: E-mail messaging and collaboration software.” [Online]. Available: <http://www.microsoft.com/exchange/>

- [12] "Moodle - a free, open source course management system for online learning." [Online]. Available: <http://moodle.org/>
- [13] "Moosaico: Comunidade virtual multilingue." [Online]. Available: <http://moosaico.com/>
- [14] "Organization for the advancement of structured information standards." [Online]. Available: <http://www.oasis-open.org/>
- [15] "Osworkflow." [Online]. Available: <http://www.opensymphony.com/osworkflow/>
- [16] "Second life: Your world. your imagination." [Online]. Available: <http://www.secondlife.com/>
- [17] "Slashdot: News for nerds, stuff that matters." [Online]. Available: <http://slashdot.org/>
- [18] "Ultima online." [Online]. Available: <http://www.uoherald.com>
- [19] "Virtual meeting room – human media interaction, universidade de twente." [Online]. Available: <http://hmi.ewi.utwente.nl/showcases/Virtual%20Meeting%20Room>
- [20] "Workflow management coalition." [Online]. Available: <http://www.wfmc.org/>
- [21] "World wide web consortium (w3c)." [Online]. Available: <http://www.w3.org/>
- [22] "Xml process definition language (xpdl) document number wfmc-tc-1025." [Online]. Available: http://www.wfmc.org/standards/docs/TC-1025_xpdl_2.2005-10-03.pdf
- [23] "Yawl: Yet another workflow language." [Online]. Available: <http://yawl.foundation.org/>
- [24] *Shared Spaces*, vol. 15, 1996.
- [25] *At the Heart of It All: The Concept of Presence*, vol. Volume 3, No. 2, 1997.
- [26] *Time to Split, Virtually: 'Discourse Architecture' and 'Community Building' Create Vibrant Virtual Publics*, vol. 10, 2000.
- [27] *Proceedings of the 2001 ACM Symposium on Applied Computing (SAC), March 11-14, 2001, Las Vegas, NV, USA.* ACM, 2001.
- [28] *Interaction in Collaborative Educational Virtual Environments*, vol. Vol. 5, No. 5, 2002.

- [29] “Dicionário editora da língua portuguesa,” 2004.
- [30] “E-communities,” 2006, session Chair-Bertram Ludaescher.
- [31] B. A, “Identity workshop: Emergent social and psychological phenomena in text-based virtual reality,” 1992.
- [32] M. Abadi and L. Cardelli, *A Theory of Objects*. Secaucus, NJ, USA: Springer-Verlag New York, Inc., 1996, iSBN: 0387947752.
- [33] G. D. Abowd, R. Allen, and D. Garlan, “Formalizing style to understand descriptions of software architecture,” *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, vol. 4, no. 4, pp. 319–364, 1995.
- [34] R. J. Allen, “A formal approach to software architecture,” Ph.D. dissertation, Carnegie Mellon University, 1997. [Online]. Available: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=926062>
- [35] G. R. Andrews, “Paradigms for process interaction in distributed programs,” *ACM Comput. Surv.*, vol. 23, no. 1, pp. 49–90, 1991.
- [36] K. Aoki, “Virtual communities in japan,” in *Pacific Telecommunications Council 1994 Conference*, 1994.
- [37] M. Argyle, *Bodily Communication*. International Universities Press, Inc., 1975, iSBN: 978-0823605514.
- [38] A. Arnellos, T. Spyrou, and J. Darzentas, “Dynamic interactions in artificial environments: Causal and non-causal aspects for the emergence of meaning,” 2006. [Online]. Available: citeseer.ist.psu.edu/arnellos06dynamic.html
- [39] N. Badr, D. Reilly, and A. Taleb-Bendiab, “A conflict resolution control architecture for self-adaptive software,” 2002. [Online]. Available: citeseer.ist.psu.edu/badr02conflict.html
- [40] J. H. Bair, “Supporting cooperative work with computers: addressing meeting mania,” 1989, pp. 208–217.
- [41] M. R. Barbacci, C. B. Weinstock, and J. M. Wing, “Programming at the processor-memory-switch level,” 1988, pp. 19–28.
- [42] K. Barzilai-Nahon, “Gatekeeping in virtual communities: On politics of power in cyberspace,” vol. 6, 2006, pp. 135c–135c.
- [43] K. Barzilai-Nahon and S. Neumann, “Bounded in cyberspace: An empirical model of self-regulation in virtual communities,” 2005, pp. 192b–192b.

- [44] M. Beaudouin-Lafon, Ed., *Computer Supported Co-operative Work*, ser. Trends in Software. John Wiley & Sons, 1999, vol. 7, iISBN: 978-0471967361.
- [45] F. Bergenti and A. Ricci, "Three approaches to the coordination of multiagent systems," in *SAC '02: Proceedings of the 2002 ACM symposium on Applied computing*. New York, NY, USA: ACM Press, 2002, pp. 367–372.
- [46] T. Berners-Lee, R. Fielding, and H. Frystyk, "Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.0," RFC 1945 (Informational), May 1996. [Online]. Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1945.txt>
- [47] P. A. Bernstein, "Middleware: a model for distributed system services," *Commun. ACM*, vol. 39, no. 2, pp. 86–98, 1996.
- [48] B. Bhushan and A. Patel, "Requirements and the concept of cooperative system management," *Int. J. Netw. Manag.*, vol. 8, no. 3, pp. 139–158, 1998.
- [49] G. Booch, "Handbook of software architecture." [Online]. Available: <http://www.booch.com/architecture/index.jsp>
- [50] U. M. Borghoff and J. H. Schlichter, *Computer-Supported Cooperative Work: Introduction to Distributed Applications*. Secaucus, NJ, USA: Springer-Verlag New York, Inc., 2000, iISBN: 3540669841.
- [51] W. Broll, "Interacting in distributed collaborative virtual environments," in *VRAIS '95: Proceedings of the Virtual Reality Annual International Symposium (VRAIS'95)*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 1995, p. 148.
- [52] W. Broll and T. Koop, "VRML: Today and tomorrow," *Computers and Graphics*, vol. 20, no. 3, pp. 427–434, – 1996. [Online]. Available: citeseer.ist.psu.edu/broll96vrml.html
- [53] F. P. Brooks, *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering, 20th Anniversary Edition*. Addison-Wesley Professional, August 1975, iISBN: 0201835959.
- [54] J. S. Casanueva and E. H. Blake, "Presence in a distributed virtual environment." [Online]. Available: citeseer.ist.psu.edu/casanueva00presence.html
- [55] W. Cazzola, A. Savigni, A. Sosio, and F. Tisato, "Architectural Reflection: Concepts, Design, and Evaluation," DSI, Università degli Studi di Milano, Technical Report RI-DSI 234-99, May 1999.
- [56] S. Chatterjee and ames Webber, *Developing Enterprise Web Services: An Architect's Guide*. Prentice Hall PTR, November 2003, iISBN: 978-0131401600.

- [57] J. P. Chin, V. A. Diehl, and K. L. Norman, "Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface," in *CHI '88: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA: ACM Press, 1988, pp. 213–218.
- [58] E. F. Churchill and S. Bly, "Virtual environments at work: ongoing use of muds in the workplace," *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 24, no. 2, pp. 99–108, 1999.
- [59] L. Clayton, "Ends & means: Journal of the university of aberdeen centre for philosophy, technology, and society," *Journal of Scottish Philosophy*, vol. 2 (1), 1997.
- [60] P. Clements, F. Bachmann, L. Bass, D. Garlan, J. Ivers, R. Little, R. Nord, and J. Stafford, *Documenting Software Architectures: Views and Beyond*. Addison-Wesley Professional, September 2002, iISBN: 0201703726. [Online]. Available: <http://www.amazon.ca/exec/obidos/redirect?tag=citeulike04-20&path=ASIN/0201703726>
- [61] P. Clements and R. Kazman, *Software Architecture in Practice*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2003, iISBN: 0321154959.
- [62] M. Cortes and P. Mishra, "Dcwpl: a programming language for describing collaborative work," in *CSCW '96: Proceedings of the 1996 ACM conference on Computer supported cooperative work*. New York, NY, USA: ACM Press, 1996, pp. 21–29.
- [63] J. Coutaz, "Pac: An object oriented model for implementing user interfaces," *SIGCHI Bull.*, vol. 19, no. 2, pp. 37–41, 1987.
- [64] R. L. de Mántaras and L. Saitta, Eds., *Proceedings of the 16th European Conference on Artificial Intelligence, ECAI'2004, including Prestigious Applicants of Intelligent Systems, PAIS 2004, Valencia, Spain, August 22-27, 2004*. IOS Press, 2004.
- [65] A. K. A. de Medeiros, W. M. P. van der Aalst, and A. J. M. M. Weijters, "Workflow mining: Current status and future directions," *On The Move to Meaningful Internet Systems 2003: CoopIS, DOA, and ODBASE*, pp. 389–406, 2003.
- [66] P. Dewan, "Architectures for collaborative applications," in *Computer Supported Co-operative Work*, ser. Trends in Software, M. Beaudouin-Lafon, Ed. John Wiley & Sons, 1999, vol. 7, pp. 169–193.

- [67] P. Dewan and R. Choudhary, "A high-level and flexible framework for implementing multiuser user interfaces," *ACM Trans. Inf. Syst.*, vol. 10, no. 4, pp. 345–380, 1992.
- [68] V. Dignum, J. Meyer, and H. Weigand, "Towards an organizational model for agent societies using contracts," in *proceedings of AAMAS'02, First International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems*, July 2002.
- [69] E. W. Dijkstra, "The structure of the "THE"-multiprogramming system," *Comm. ACM*, vol. 11, no. 5, pp. 341–346, 1968.
- [70] E. W. Dijkstra, "On the role of scientific thought," in *Selected Writings on Computing: A Personal Perspective*. Springer-Verlag, 1982, pp. 60–66.
- [71] J. Donath, "Identity and deception in the virtual community," 1997. [Online]. Available: citeseer.ist.psu.edu/article/donath97identity.html
- [72] B. Dudney, J. Lehr, B. Willis, and L. Mattingly, *Mastering JavaServer Faces*. John Wiley & Sons, 2004, ISBN: 0471462071.
- [73] W. K. Edwards, "Policies and roles in collaborative applications," in *CSCW '96: Proceedings of the 1996 ACM conference on Computer supported cooperative work*. New York, NY, USA: ACM Press, 1996, pp. 11–20.
- [74] C. Ellis, A. Rembert, K.-H. Kim, and J. Wainer, "Beyond workflow mining," *Business Process Management*, pp. 49–64, 2006.
- [75] C. Ellis and J. Wainer, "A conceptual model of groupware," in *CSCW '94: Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work*. New York, NY, USA: ACM Press, 1994, pp. 79–88.
- [76] C. A. Ellis, "Workflow technology," in *Computer Supported Co-operative Work*, ser. Trends in Software, M. Beaudouin-Lafon, Ed. John Wiley & Sons, 1999, vol. 7, pp. 29–54.
- [77] M. Endrei, J. Ang, A. Arsanjani, S. Chua, P. Comte, P. Kroghdahl, M. Luo, and T. Newling, *Patterns: Service-Oriented Architecture and Web Services*, first edition ed. International Business Machines Corporation (IBM), April 2004, ISBN: 978-0738453170.
- [78] T. Erickson, "Social interaction on the net: virtual community as participatory genre," in *Proceedings of the Thirtieth Hawaii International Conference on System Sciences*, 1997.

- [79] T. Erl, *Service-Oriented Architecture: A Field Guide to Integrating XML and Web Services*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 2004, iISBN: 0131428985.
- [80] E. F. Churchill, D. N. Snowdon, and A. J. Munro, Eds., *Collaborative Virtual Environments: Digital Places and Spaces for Interaction*. Springer-Verlang, 2001, iISBN: 978-1852332440.
- [81] C. Fencott, “A methodology of design for virtual environments,” in *Developing Future Interactive Systems*, M. A. Sanchez-Segura, Ed. Idea Group., 2004.
- [82] C. Ferraris and C. Martel, “Regulation in groupware: the example of a collaborative drawing tool for young children,” *Groupware, 2000. CRIWG 2000. Proceedings. Sixth International Workshop on*, pp. 119–127, 2000.
- [83] R. T. Fielding, “Architectural styles and the design of network-based software architectures,” Ph.D. dissertation, University of California, Irvine, 2000.
- [84] B. Fonseca, “Um modelo para a criação de serviços cooperativos,” Ph.D. dissertation, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), 2005.
- [85] B. Fonseca and E. Carrapatoso, “Saga: A web services architecture for groupware applications,” *Groupware: Design, Implementation, and Use*, pp. 246–261, 2006.
- [86] E. Frécon and A. A. Nöu, “Building distributed virtual environments to support collaborative work,” in *VRST '98: Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*. New York, NY, USA: ACM Press, 1998, pp. 105–113.
- [87] C. Gacek, A. Abd-Allah, B. Clark, and B. Boehm, “On the Definition of Software System Architecture,” in *ICSE 17 Software Architecture Workshop*, 1995.
- [88] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides, *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*. Addison-Wesley Professional, 1995, iISBN: 978-0201633610.
- [89] D. Garlan and D. E. Perry, “Introduction to the special issue on software architecture.” *IEEE Trans. Software Eng.*, vol. 21, no. 4, pp. 269–274, 1995.
- [90] D. Garlan and M. Shaw, “An introduction to software architecture,” School of Computer Science. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, Tech. Rep., 1994.
- [91] W. Gibson, *Neuromancer*. Ace Books, 1984, iISBN: 978-0441569595.

- [92] A. Girgensohn and A. Lee, "Making web sites be places for social interaction," in *CSCW'02*. ACM, 2002, pp. 136–145.
- [93] R. Gossweiler, R. J. Laferriere, M. L. Keller, and R. Pausch, "An introductory tutorial for developing multiuser virtual environments," *Presence*, vol. 3, no. 4, pp. 255–264, 1994.
- [94] T. C. N. Graham and T. Urnes, "Linguistic support for the evolutionary design of software architectures," in *ICSE '96: Proceedings of the 18th international conference on Software engineering*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 1996, pp. 418–427.
- [95] W. Gräther and W. Prinz, "The social web cockpit: support for virtual communities," in *GROUP '01: Proceedings of the 2001 International ACM SIG-GROUP Conference on Supporting Group Work*. New York, NY, USA: ACM Press, 2001, pp. 252–259.
- [96] J. Grudin, "Groupware and social dynamics: eight challenges for developers," *Commun. ACM*, vol. 37, no. 1, pp. 92–105, 1994.
- [97] R. Hamman, "Virtual communities research and cybersociology magazine issue two," in *Cybersociology Magazine*, 1997.
- [98] J. Hauber, H. Regenbrecht, A. Hills, A. Cockburn, and M. Billinghamurst, "Social presence in two- and three-dimensional videoconferencing," in *PRESENCE 2005*, 2005.
- [99] R. Hawkes and M. J. Wray, "Livingspace: A living worlds implementation using an event-based architecture," HP Labs Technical Report, Tech. Rep. HPL-98-181, 1999.
- [100] F. Hayes-Roth, "Architectural-based acquisition and development of software: Guidelines and recommendations from the arpa domain-specific software architecture (dssa) program," Tecknowledge Federal Systems, Version 1.01, 1994.
- [101] V. Herskovic, J. Pino, S. Ochoa, and P. Antunes, "Evaluation methods for groupware systems," *Groupware: Design, Implementation, and Use*, pp. 328–336, 2007.
- [102] P. Hildreth, C. Kimble, and W. P., "Communities of practice in the distributed international environment," *Journal of Knowledge Management*, vol. 4 (1), pp. 27–38, 2000.
- [103] Z.-W. Hong, J.-M. Lin, H. C. Jiau, and D.-S. Chen, "Dsias: a software architectural style for distributed software integration systems," 2001, pp. 291–296.

- [104] M. Huaikou, S. Junmei, and C. Xiaoxia, "Formalizing and analyzing service oriented software architecture style," 2006, pp. 387–390.
- [105] T. Ishida, Ed., *Community Computing and Support Systems, Social Interaction in Networked Communities [the book is based on the Kyoto Meeting on Social Interaction and Communityware, held in Kyoto, Japan, in June 1998]*, ser. Lecture Notes in Computer Science, vol. 1519. Springer, 1998.
- [106] A. Jaimes, D. Gatica-Perez, N. Sebe, and T. S. Huang, "Guest editors' introduction: Human-centered computing—toward a human revolution," *Computer*, vol. 40, no. 5, pp. 30–34, 2007.
- [107] S. L. Jarvenpaa and D. E. Leidner, "Communication and trust in global virtual teams," *Journal of Computer Mediated Communication*, vol. 3(4), 1998. [Online]. Available: <http://jcmc.indiana.edu/vol3/issue4/jarvenpaa.html>
- [108] S. Jones and S. Marsh, "Human-computer-human interaction: trust in cscw," *SIGCHI Bull.*, vol. 29, no. 3, pp. 36–40, July 1997. [Online]. Available: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=264853.264872>
- [109] K. Kauppinen, A. Kivimäki, T. Era, and M. Robinson, "Producing identity in collaborative virtual environments," in *VRST '98: Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*. New York, NY, USA: ACM Press, 1998, pp. 35–42.
- [110] A. J. Kim, *Community Building on the Web*. Peachpit Press, 2000, iISBN: 978-0201874846.
- [111] Y. Kim, S.-H. Kang, D. Kim, J. Bae, and K.-J. Ju, "Ww-flow: Web based workflow management with runtime encapsulation," *Internet Computing, IEEE*, vol. 4, no. 3, pp. 55–64, 2000.
- [112] E. Kindler, V. Rubin, and W. Schäfer, "Incremental workflow mining for process flexibility," in *Proc. of the Seventh CAiSE'06 Workshop on Business Process Modeling, Development, and Support (BPMDS'06)*, Luxembourg, June 2006, pp. 178–187.
- [113] A. Kivimäki, K. Kauppinen, and M. Robinson, "Identity in virtual communities," *SIGGROUP Bull.*, vol. 19, no. 3, pp. 29–33, 1998.
- [114] M. J. Knister and A. Prakash, "Distedit: a distributed toolkit for supporting multiple group editors," in *CSCW '90: Proceedings of the 1990 ACM conference on Computer-supported cooperative work*. New York, NY, USA: ACM Press, 1990, pp. 343–355.

- [115] P. Kollock, "Design principles for online communities," in *Harvard Conference on the Internet and Society*, 1996. [Online]. Available: <http://www.sscnet.ucla.edu/soc/faculty/kollock/papers/design.htm>
- [116] P. Kollock, *Communities in Cyberspace*. Routledge, December 1998, iSBN: 0415191408.
- [117] T. Koskinen, "Social software for industrial interaction," in *OZCHI '06: Proceedings of the 20th conference of the computer-human interaction special interest group (CHISIG) of Australia on Computer-human interaction: design: activities, artefacts and environments*. New York, NY, USA: ACM Press, 2006, pp. 381–384.
- [118] D. Krafzig, *Enterprise SOA:Service-Oriented Architecture Best Practices*. Prentice Hall PTR, November 2004, iSBN: 978-0131465756.
- [119] G. E. Krasner and S. T. Pope, "A cookbook for using the model-view controller user interface paradigm in smalltalk-80," *J. Object Oriented Program.*, vol. 1, no. 3, pp. 26–49, 1988. [Online]. Available: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=50757.50759>
- [120] P. Kruchten, "Architecture blueprints—the '4+1' view model of software architecture," in *TRI-Ada '95: Tutorial proceedings on TRI-Ada '91*. New York, NY, USA: ACM Press, 1995, pp. 540–555.
- [121] Latour, *Making Things Public : Atmospheres of Democracy*. The MIT Press, September 2005, iSBN: 0262122790.
- [122] B. Laurel, *Computers as Theatre*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1993, iSBN: 0201550601.
- [123] J. Lazar and J. Preece, "Classification schema for online communities," in *Proceedings of the 1998 Association for Information Systems, Americas Conference*, 1998, pp. 84–86.
- [124] F. Lee, D. Vogel, and M. Limayem, "Adoption of informatics to support virtual communities," in *HICSS '02: Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'02)-Volume 8*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2002, p. 214.2.
- [125] D. Li and R. R. Muntz, "A collaboration specification language," in *PLAN '99: Proceedings of the 2nd conference on Domain-specific languages*. New York, NY, USA: ACM Press, 1999, pp. 149–162.

- [126] K. Loney and L. McClain, *Oracle Database 10g: The Complete Reference (Osborne ORACLE Press Series)*. McGraw-Hill Osborne Media, 2004, iSBN: 0072253517.
- [127] J. Magee and J. Kramer, “Dynamic structure in software architectures.” in *SIGSOFT FSE*, 1996, pp. 3–14.
- [128] M. W. Maier, D. Emery, and R. Hilliard, “Software architecture: introducing ieee standard 1471,” *Computer*, vol. 34, no. 4, pp. 107–109, 2001. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=917550
- [129] K. D. Mann, *JavaServer Faces in Action (In Action series)*. Greenwich, CT, USA: Manning Publications Co., 2004, iSBN: 1932394125.
- [130] T. R. Manninen, “Interaction model for game and virtual environment design,” Ph.D. dissertation, Department of Information Processing Science, University of Oulu, 2004. [Online]. Available: <http://herkules.oulu.fi/isbn9514272544/isbn9514272544.pdf> 1
- [131] T. Manninen, “Interaction in networked virtual environments as communicative action: Social theory and multi-player games,” in *CRIWG2000 Workshop*, 2000.
- [132] T. Manninen and J. Pirkola, “Comparative classification of multi-user virtual worlds,” 1997. [Online]. Available: cite-seer.ist.psu.edu/manninen97comparative.html
- [133] I. Marsic, “An architecture for heterogeneous groupware applications,” in *Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering*. IEEE Computer Society Press, 2001, pp. 475–484. [Online]. Available: cite-seer.ist.psu.edu/marsic01architecture.html
- [134] F. M. Martins, “Semi-automatic design and prototyping of adaptive user interfaces,” in *Proceedings of the 2nd ERCIM Workshop on 'User Interfaces for All'*, C. Stephanidis, Ed. The European Research Consortium for Informatics and Mathematics - ERCIM, 1996, p. 8.
- [135] F. M. Martins, *Programação Orientada aos Objectos em JAVA 2*. FCA - Editora de Informática, Lda, September 2000, iSBN: 972-722-196-3.
- [136] Y. Matsuo, H. Tomobe, K. Hasida, and M. Ishizuka, “Finding social network for trust calculation.” in *ECAI*, R. L. de Mántaras and L. Saitta, Eds. IOS Press, 2004, pp. 510–514.
- [137] J. E. McGrath, “Methodology matters: doing research in the behavioral and social sciences,” pp. 152–169, 1995.

- [138] C. Mezura-Godoy and S. Talbot, "Towards social regulation in computer-supported collaborative work," in *CRIWG '01: Proceedings of the Seventh International Workshop on Groupware*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2001, pp. 84–89.
- [139] D. Moldt and J. Ortmann, "A conceptual and practical framework for web-based processes in multi-agent systems," *Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2004. AAMAS 2004. Proceedings of the Third International Joint Conference on*, pp. 1464–1465, 2004.
- [140] C. R. Morris and C. H. Ferguson, "How architecture wins technology wars," pp. 117–145, 1999.
- [141] J. Muramatsu, "Social regulation in virtual spaces," in *CHI '03: CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA: ACM Press, 2003, pp. 672–673.
- [142] E. D. Mynatt, V. L. O'Day, A. Adler, and M. Ito, "Network communities: Something old, something new, something borrowed..." *Comput. Supported Coop. Work*, vol. 7, no. 1-2, pp. 123–156, 1998.
- [143] A. Omicini, A. Ricci, M. Viroli, and G. Rimassa, "Integrating objective & subjective coordination in multi-agent systems," in *SAC '04: Proceedings of the 2004 ACM symposium on Applied computing*. New York, NY, USA: ACM Press, 2004, pp. 449–455.
- [144] A. Omicini and M. Viroli, Eds., *WOA 2001: Dagli Oggetti agli Agenti. 2nd AI*IA/TABOO Joint Workshop "From Objects to Agents": Evolutive Trends of Software Systems, 4-5 September 2001, Modena, Italy*. Pitagora Editrice Bologna, 2001.
- [145] T. O'Reilly, "What is web 2.0." [Online]. Available: <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>
- [146] P. Oreizy, N. Medvidovic, and R. N. Taylor, "Architecture-based runtime software evolution," in *Intl. Conf. on Software Engineering*, Kyoto, Japan, Apr. 1998.
- [147] O. Pacheco and J. Carmo, "A role based model for the normative specification of organized collective agency and agents interaction," *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, vol. 6, no. 2, pp. 145–184, 2003.
- [148] H. Paredes and F. M. Martins, "Social theatres: A model for regulated virtual interaction environments," in *Proceedings of the Euro American Conference on Telematics and Information Systems 2007 (EATIS 2007)*, 2007.

- [149] H. Paredes and F. M. Martins, "Social theatres: a web-based regulated social interaction environment," in *Groupware: Design, Implementation and Use: 13th International Workshop, CRIWG 2007, Bariloche, Argentina, September 16-20, 2007. Proceedings*, ser. Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin / Heidelberg, 2007.
- [150] T. Parsons, *The Structure of Social Action*. McGraw Hill, 1937.
- [151] J. F. Patterson, "A taxonomy of architectures for synchronous groupware applications," *SIGOIS Bull.*, vol. 15, no. 3, pp. 27–29, 1995.
- [152] M. H. Penedo and W. Riddle, "Process-sensitive SEE architecture (PSEEA) workshop summary," vol. 18, no. 3, pp. A78–A94, Jul. 1993.
- [153] V. M. R. Penichet, M. D. Lozano, and J. A. Gallud, "Describing group tasks in multi-user systems," 2006, pp. 101–104.
- [154] D. E. Perry and A. L. Wolf, "Foundations for the study of software architecture," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 17, no. 4, pp. 40–52, 1992.
- [155] W. Phillips, "Architectures for synchronous groupware," Queen's University, Kingston, Ontario, Canada, Tech. Rep. 1999-425, May 1999, available from <http://www.cs.queensu.ca>.
- [156] W. Phillips, "The workspace model: Dynamic distribution of interactive systems," Ph.D. dissertation, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada, July 2006, available from <http://symbiosis.rmc.ca>.
- [157] D. Pinelle and C. Gutwin, "A review of groupware evaluations," in *WETICE '00: Proceedings of the 9th IEEE International Workshops on Enabling Technologies*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2000, pp. 86–91.
- [158] A. Poggi, G. Rimassa, and M. Tomaiuolo, "Multi-user and security support for multi-agent systems." in *WOA*, A. Omicini and M. Viroli, Eds. Pitagora Editrice Bologna, 2001, pp. 8–13.
- [159] N. Postman, *Technopoly : The Surrender of Culture to Technology*. Knopf, 1992, ISBN: 978-0679745402.
- [160] D. M. Powazek, *Design for Community: The Art of Connecting Real People in Virtual Places*. New Riders Press, August 2001, ISBN: 0735710759.
- [161] J. Preece and K. Ghazati, "In search of empathy online: A review of 100 online communities," in *Association for Information Systems 1998, Americas Conference*, 1998.

- [162] J. Preece, *Online Communities: Designing Usability and Supporting Social-bilty*. John Wiley & Sons, Inc., 2000, iISBN: 0471805998.
- [163] C. E. C. Quintero, P. de la Fuente, and M. Barrio-Solórzano, “Dynamic coordination architecture through the use of reflection.” in *SAC*. ACM, 2001, pp. 134–140.
- [164] D. Reidsma, H. op den Akker, R. Rienks, R. Poppe, A. Nijholt, D. Heylen, and J. Zwiers, “Virtual meeting rooms: From observation to simulation,” in *Proceedings Social Intelligence Design 2005*, R. Fruchter, Ed. Stanford University, 2005, p. 15.
- [165] H. Rheingold, *Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier*. HarperTrade, 1994, iISBN: 0060976411.
- [166] J. C. Ribeiro, “Interações virtuais: apreciações sobre seus aspectos constitutivos,” in *XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação*, 2005.
- [167] A. Ricci, M. Viroli, and A. Omicini, “Agent coordination context: From theory to practice,” in *Cybernetics and Systems 2004*, R. Trappl, Ed., vol. 2, 2004, pp. 618–623.
- [168] R. Rienks, R. Poppe, A. Nijholt, D. Heylen, and N. Jovanovic, “Multi-party interaction in a virtual meeting room,” in *Proceedings of Measuring Behavior 2005, the 5th International Conference on Methods and Techniques in Behavioral Research*, L. Noldus, F. Grieco, L. Loijens, and P. Zimmerman, Eds. Wageningen: Noldus Information Technology, 2005, pp. 141–144, iISBN: 90-74821-71-5.
- [169] G. Riva and C. Galimberti, “Virtual communication: social interaction and identity in an electronic environment,” in *Communications Through Virtual Technology: Identity Community and Technology in the Internet Age*, G. Riva and F. Davide, Eds. IOS Press, 2001, pp. 23–46.
- [170] J. Roth and C. Unger, “An extensible classification model for distribution architectures of synchronous groupware,” in *Fourth International Conference on the Design of Cooperative Systems (COOP2000)*, D. R. et al., Ed. IOS Press, May 2000, pp. 113–127.
- [171] R. J. Rummel, “The conflict helix,” in *Understanding Conflict and War*. Sage Publications, 1976, vol. 2.
- [172] D. Scherer, T. Murer, and A. Würtz, “Designing the distributed architecture dips for cooperative software engineering,” in *HICSS '97: Proceedings of the 30th Hawaii International Conference on System Sciences*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 1997, p. 150.

- [173] J. H. Schlichter, M. Koch, and C. Xu, "Awareness - the common link between groupware and community support systems." in *Community Computing and Support Systems*, ser. Lecture Notes in Computer Science, T. Ishida, Ed., vol. 1519. Springer, 1998, pp. 77–93.
- [174] R. Schreiber, "Middleware demystified," *Datamation*, vol. 41, no. 6, pp. 41–45, 1995.
- [175] T. Schümmer, "Patterns for building communities in collaborative systems," in *Proceedings of the Ninth European Conference on Pattern Languages of Programs (EuroPLoP'04)*, 2004, pp. 379–440.
- [176] C. Sedogbo, P. Bisson, O. Grisvard, and T. Poibeau, "Human-system interaction container paradigm," vol. 1, 2003, pp. 406–410.
- [177] J. Seibt, "Formal process ontology," in *FOIS '01: Proceedings of the international conference on Formal Ontology in Information Systems*. New York, NY, USA: ACM Press, 2001, pp. 333–345.
- [178] M. Shaw and P. C. Clements, "A field guide to boxology: Preliminary classification of architectural styles for software systems," in *COMPSAC '97: Proceedings of the 21st International Computer Software and Applications Conference*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 1997, pp. 6–13.
- [179] M. Shaw and D. Garlan, *Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline*. Prentice Hall, April 1996, iSBN: 0131829572. [Online]. Available: <http://www.amazon.ca/exec/obidos/redirect?tag=citeulike04-20&path=ASIN/0131829572>
- [180] C. Shirky, "Social software and the politics of groups," electronic, March 2003. [Online]. Available: <http://www.shirky.com/writings/group-politics.html>
- [181] SIGART, "Acm special interest group on artificial intelligence." [Online]. Available: <http://sigart.acm.org/>
- [182] SIGCHI, "Acm's special interest group on computer-human interaction." [Online]. Available: <http://sigchi.org/>
- [183] S. Singhal and M. Zyda, *Networked virtual environments: design and implementation*. New York, NY, USA: ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 1999, iSBN: 0-201-32557-8.
- [184] M. Slater, M. Usoh, S. Benford, D. Snowdon, C. Brown, T. Rodden, G. Smith, and S. Wilbur, "Distributed extensible virtual reality laboratory (devrl)," in *Virtual Environments and Scientific Visualisation '96*, M. Goebel, P. Slavik, and J. van Wijk, Eds. Springer Computer Science, 1996, pp. 137–148.

- [185] J. Smed, T. Kaukoranta, and H. Hakonen, "A review on networking and multi-player computer games," Turku Centre for Computer Science, Tech. Rep. 454, Apr. 2002. [Online]. Available: citeseer.ist.psu.edu/article/smed02review.html
- [186] M. J. Smith, G. Salvendy, and R. J. Koubek, Eds., *Design of Computing Systems: Social and Ergonomic Considerations, Proceedings of the Seventh International Conference on Human-Computer Interaction, (HCI International '97), San Francisco, California, USA, August 24-29, 1997, Volume 2*. Elsevier, 1997.
- [187] N. Subramanian and L. Chung, "Software architecture adaptability – an nfr approach," 2001.
- [188] P. Sztompka, *The Sociology of Social Change*. Blackwell Publishers, 1994.
- [189] S. Talbot and P. Pernelle, "Helping in collaborative activity regulation: modeling regulation scenarii," in *IHM 2003: Proceedings of the 15th French-speaking conference on human-computer interaction on 15eme Conference Francophone sur l'Interaction Homme-Machine*. New York, NY, USA: ACM Press, 2003, pp. 158–165.
- [190] F. Tarpin-Bernard, B. T. David, and P. Primet, "Frameworks and patterns for synchronous groupware: Amf-c approach," in *Proceedings of the IFIP TC2/TC13 WG2.7/WG13.4 Seventh Working Conference on Engineering for Human-Computer Interaction*. Deventer, The Netherlands, The Netherlands: Kluwer, B.V., 1999, pp. 225–241.
- [191] F. Tarpin-Bernard and B. T. David, "Amf: A new design pattern for complex interactive software?" in *HCI (2)*, M. J. Smith, G. Salvendy, and R. J. Koubek, Eds. Elsevier, 1997, pp. 351–354.
- [192] R. N. Taylor, N. Medvidovic, K. M. Anderson, J. E. James Whitehead, and J. E. Robbins, "A component- and message-based architectural style for gui software," in *ICSE '95: Proceedings of the 17th international conference on Software engineering*. New York, NY, USA: ACM Press, 1995, pp. 295–304.
- [193] W. J. Tolone, S. M. Kaplan, and G. Fitzpatrick, "Specifying dynamic support for collaborative work within worlds," in *COCS '95: Proceedings of conference on Organizational computing systems*. New York, NY, USA: ACM Press, 1995, pp. 55–65.
- [194] W. M. P. van der Aalst, A. H. M. ter Hofstede, B. Kiepuszewski, and A. P. Barros, "Workflow patterns." *Distributed and Parallel Databases*, vol. 14, no. 1, pp. 5–51, 2003.

- [195] B. van Schooten, "Development and specification of virtual environments," PhD Thesis, University of Twente, Enschede, 2003, publisher: Taaluitgeverij Neslia Paniculata, publisherlocation: Enschede, ISBN: 90-75296-06-1, Numberofpages: 236.
- [196] W3C, "Extensible markup language (xml)." [Online]. Available: <http://www.w3.org/XML/>
- [197] W3C, "Html - hypertext markup language." [Online]. Available: <http://www.w3.org/html/>
- [198] W3C, "Http - hypertext transfer protocol." [Online]. Available: <http://www.w3.org/Protocols/>
- [199] E. D. Wagner, "In support of a functional definition of interaction," *The American Journal of Distance Education*, vol. 8(2), pp. 6–29, 1994.
- [200] Q. Wang, "Towards a rule model for self-adaptive software," *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 30, no. 1, p. 8, 2005.
- [201] B. Wellman, J. Salaff, D. Dimitrova, L. Garton, M. Gulia, and C. Haythornthwaite, "Computer networks as social networks: Collaborative work, telework, and virtual community," *Annual Review of Sociology*, vol. 22, no. 1, pp. 213–238, 1996. [Online]. Available: <http://arjournals.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.soc.22.1.213>
- [202] M. Wermelinger, "Specification of software architecture reconfiguration," Ph.D. dissertation, Universidade Nova de Lisboa, September 1999.
- [203] S. Whittaker, E. Isaacs, and V. O'Day, "Widening the net (workshop)(abstract only): the theory and practice of physical and electronic communities," in *CSCW '96: Proceedings of the 1996 ACM conference on Computer supported cooperative work*. New York, NY, USA: ACM Press, 1996, p. 2.
- [204] O. A. Wiio, *Information and Communication: A Conceptual Analysis*. Helsinki: University of Helsinki, Department of Communication, 1996.
- [205] K. Wilkinson, *The Community in Rural America*. Greenwood Press, 1991, ISBN: 978-0313264672.
- [206] H. Wolf, "Virtual presence for the web," in *PRESENCE 2005*, 2005.
- [207] D. R. Woolley, "Plato: The emergence of online community," Online, 1994. [Online]. Available: <http://www.thinkofit.com/plato/dwplato.htm>

- [208] T. Yamaguchi, “Modeling software processes by using process and object ontologies,” *Automated Software Engineering, 1997. Proceedings., 12th IEEE International Conference*, pp. 319–320, 1997.
- [209] N. Yankelovich, J. B. Begole, and J. C. Tang, “Sun sharedshell tool,” in *CSCW '00: Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work*. New York, NY, USA: ACM Press, 2000, p. 351.
- [210] Z. Yao, S. Liu, L. Han, Y. Reddy, J. Yu, Y. Liu, C. Zhang, and Z. Zheng, “An ontology based workflow centric collaboration system,” *Computer Supported Cooperative Work in Design III*, pp. 689–698, 2007.
- [211] H. Zhu, *Software Design Methodology: From Principles to Architectural Styles*. Butterworth-Heinemann, May 2005, iISBN: 978-0750660754.



Especificação de dados da plataforma dos Teatros Sociais

Neste apêndice são apresentados os *XML Schemas* que especificam a representação dos dados na plataforma dos Teatros Sociais. São incluídas as especificações relativas à representação de utilizadores, serviços genéricos, fluxo de interacção, papéis e regras dos Espaços Sociais.

A.1 Utilizadores

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<schema
  xmlns:xdb="http://xmlns.oracle.com/xdb"
  targetNamespace="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:tns="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts">

  <element name="user">
    <complexType>
      <sequence>
        <element name="nome" type="string" minOccurs="1"
          maxOccurs="1">
        </element>
        <element name="filiacao" type="tns:FiliacaoType"
          minOccurs="1" maxOccurs="1"></element>
        <element name="dataNascimento" type="dateTime"
          xdb:SQLType="TIMESTAMP WITH TIME ZONE"></element>
```



```
<element name="sexo" type="string"></element>
<element name="eContactos">
  <complexType>
    <sequence>
      <element name="contacto"
        type="tns:EContactosType" minOccurs="0"
        maxOccurs="unbounded">
      </element>
    </sequence>
  </complexType>
</element>
<element name="moradas">
  <complexType>
    <sequence>
      <element name="morada" type="tns:MoradaType"
        minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"></element>
    </sequence>
  </complexType>
</element>
<element name="telefones">
  <complexType>
    <sequence>
      <element name="telefone" type="tns:TelefoneType"
        minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"></element>
    </sequence>
  </complexType>
</element>
<element name="nacionalidade" type="string"></element>
<element name="documentos">
  <complexType>
    <sequence>
      <element name="documento" type="tns:DocumentoType"
        minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"></element>
    </sequence>
  </complexType>
</element>
<element name="profissao" type="string"></element>
<element name="interesses">
  <complexType>
    <sequence>
      <element name="interesse" type="string" minOccurs="0"
        maxOccurs="unbounded"></element>
```

```
        </sequence>
      </complexType>
    </element>
    <element name="hobbies">
      <complexType>
        <sequence>
          <element name="hobbie" type="string" minOccurs="0"
            maxOccurs="unbounded"></element>
        </sequence>
      </complexType>
    </element>
  </sequence>
  <attribute name="id" type="int"></attribute>
</complexType>
</element>

<complexType name="EContactosType">
  <sequence>
    <element name="nome" type="string"></element>
    <element name="descricao" type="string"></element>
    <element name="contacto" type="string"></element>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="MoradaType">
  <sequence>
    <element name="rua" type="string"></element>
    <element name="codigoPostal" type="string"></element>
    <element name="localidade" type="string"></element>
    <element name="pais" type="string"></element>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="TelefoneType">
  <sequence>
    <element name="nome" type="string"></element>
    <element name="desc" type="string"></element>
    <element name="contacto" type="string"></element>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="FiliacaoType">
```

```

    <sequence>
      <element name="pai" type="string"></element>
      <element name="mae" type="string"></element>
    </sequence>
  </complexType>

  <complexType name="DocumentoType" >
    <sequence>
      <element name="tipo" type="string"></element>
      <element name="numero" type="int"></element>
      <element name="dataEmissao" type="dateTime"
        xdb:SQLType="TIMESTAMP WITH TIME ZONE"></element>
    </sequence>
  </complexType>

  <complexType name="DocumentoType" abstract="true">
    <sequence>
      <element name="numero" type="int"></element>
      <element name="dataEmissao" type="date"></element>
    </sequence>
  </complexType>

  <complexType name="BIType">
    <complexContent>
      <extension base="tns:DocumentoType">
        <sequence>
          <element name="localEmissao" type="string"></element>
          <element name="validoAte" type="date"></element>
        </sequence>
      </extension>
    </complexContent>
  </complexType>

  <complexType name="PassaporteType">
    <complexContent>
      <extension base="tns:DocumentoType">
        <sequence>
          <element name="assinaturaDigital" type="string"></element>
          <element name="dataValidade" type="date"></element>
        </sequence>
      </extension>
    </complexContent>
  </complexType>

```

```

    </complexContent>

</complexType>

<complexType name="CartaConducaoType">
  <complexContent>
    <extension base="tns:DocumentoType">
      <sequence></sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>

<complexType name="ContribuinteType">
  <complexContent>
    <extension base="tns:DocumentoType">
      <sequence>
        <element name="codReparticao" type="string"></element>
        <element name="nomeReparticao" type="string"></element>
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
</schema>

```

A.2 Serviços genéricos

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.uminho.pt/di/hparedes/phd/st/srvInfo"
  xmlns:tns="http://www.uminho.pt/di/hparedes/phd/st/serviceInfo"
  elementFormDefault="qualified">

  <xsd:element name="service" type="tns:service"/>

  <xsd:complexType name="parameter">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="name" type="xsd:string"
        minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
      <xsd:element name="desc" type="xsd:string"
        minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>

```

```

        <xsd:element name="type" type="xsd:string"/>
    </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="method">
    <xsd:sequence>
        <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="description" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="parameters" type="tns:parameters"/>
        <xsd:element name="return" type="xsd:string"/>
    </xsd:sequence>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="service">
    <xsd:sequence>
        <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="description" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="methods" type="tns:methods"/>
    </xsd:sequence>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="methods">
    <xsd:sequence minOccurs="1" maxOccurs="1">
        <xsd:element name="method" type="tns:method"
            minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
    </xsd:sequence>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="parameters">
    <xsd:sequence>
        <xsd:element name="parameter" type="tns:parameter"
            maxOccurs="unbounded" minOccurs="0"/>
    </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
</xsd:schema>

```

A.3 Papéis

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/role"
    xmlns:tns="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/role">

```

```

<element name="role" type="tns:role"/>

<complexType name="subRoles">
  <sequence>
    <element name="roleID" type="int" minOccurs="0"
      maxOccurs="unbounded"/>
  </sequence>
</complexType>

<complexType name="role">
  <sequence>
    <element name="name" type="string"></element>
    <element name="application" type="string"></element>
    <element name="mode" type="string"></element>
    <element name="instances">
      <complexType>
        <sequence>
          <element name="min" type="int" minOccurs="0"></element>
          <element name="max" type="int" minOccurs="0"></element>
        </sequence>
      </complexType>
    </element>
    <element name="mandatory" type="boolean"></element>
    <element name="takeMode" type="string"></element>
    <element name="subRoles" type="tns:subRoles"/>
  </sequence>
  <attribute name="id" type="int"/>
</complexType>
</schema>

```

A.4 Fluxo de interacção

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://xml.netbeans.org/schema/newXMLSchema"
  xmlns:tns="http://xml.netbeans.org/schema/newXMLSchema"
  elementFormDefault="qualified">
  <xsd:complexType name="workflowProcess">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="datafields" type="tns:datafields"
        minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:schema>

```

```

    <xsd:element name="activitySets" type="tns:activitySets"
    minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
    <xsd:element name="activities" type="tns:activities"
    minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
    <xsd:element name="transitions" type="tns:transitions"
    minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="datafields">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="datafield" type="tns:datafield"
    minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="activities">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="activity" type="tns:activity"
    minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="transitions">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="transition" type="tns:transition"
    minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="datafield">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="type" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="initialValue" type="xsd:string"/>
  </xsd:sequence>
  <xsd:attribute name="id" type="xsd:int"/>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="activity">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="type" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="joinType" type="xsd:string"/>
  <xsd:choice>
    <xsd:element name="dataSetGet" type="tns:dataSetGet"/>
    <xsd:element name="service" type="tns:service"/>
  </xsd:choice>
</xsd:complexType>

```

```

    </xsd:choice>
  </xsd:sequence>
  <xsd:attribute name="id" type="xsd:int"/>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="transition">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="from" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="to" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="condition" minOccurs="0" maxOccurs="1">
      <xsd:complexType>
        <xsd:sequence>
          <xsd:element name="type" type="xsd:string"/>
          <xsd:element name="value" type="xsd:string"/>
        </xsd:sequence>
      </xsd:complexType>
    </xsd:element>
  </xsd:sequence>
  <xsd:attribute name="id" type="xsd:int"/>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="dataSetGet">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="opType" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="dataField" type="xsd:string"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="service">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="operation" type="xsd:string"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="activitySets">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="activitySet" type="tns:activitySet"
      minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="activitySet">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="activities" type="tns:activities"/>
  </xsd:sequence>

```



```

    <xsd:element name="transitions" type="tns:transitions"/>
  </xsd:sequence>
  <xsd:attribute name="id" type="xsd:int"/>
</xsd:complexType>
<xsd:element name="workflowProcess" type="tns:workflowProcess"/>
</xsd:schema>

```

A.5 Regras

Regras Operacionais

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
targetNamespace="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/operationaRules"
xmlns:stORule="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/operationalRule"
xmlns:tns="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/operationaRules">
  <import namespace="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/operationalRule"
schemaLocation="orule.xsd"/>
  <complexType name="operationalRules">
    <sequence>
      <element name="defaultBehaviour" type="string" minOccurs="1"
maxOccurs="1"/>
      <element name="rules">
        <complexType>
          <sequence>
            <element name="operationalRule" type="stORule:operationalRule"
minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
          </sequence>
        </complexType>
      </element>
    </sequence>
  </complexType>
  <element name="operationalRules" type="tns:operationalRules"/>
</schema>

```

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
targetNamespace="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/operationalRule"
xmlns:tns="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/operationalRule"
elementFormDefault="qualified">
  <complexType name="operationalRule">

```

```

<sequence>
  <element name="name" type="string" minOccurs="1"
    maxOccurs="1"/>
  <element name="behaviour" type="string" minOccurs="1"
    maxOccurs="1"/>
  <element name="sspState" type="string" minOccurs="1"
    maxOccurs="1"/>
  <element name="priority" type="int" minOccurs="1"
    maxOccurs="1"/>
  <element name="services" type="tns:services" minOccurs="1"
    maxOccurs="1"/>
  <element name="actions" type="tns:actions" minOccurs="0"
    maxOccurs="1"/>
  <element name="roles" type="tns:roles" minOccurs="0"
    maxOccurs="1"/>
  <element name="validContents" type="tns:validContents"
    minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
  <element name="invalidContents" type="tns:invalidContents"
    minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
</sequence>
<attribute name="id" type="int"/>
</complexType>
<complexType name="services">
  <sequence>
    <element name="service" type="string" minOccurs="1"
      maxOccurs="unbounded"/>
  </sequence>
</complexType>
<complexType name="actions">
  <sequence>
    <element name="action" type="string" minOccurs="1"
      maxOccurs="unbounded"/>
  </sequence>
</complexType>
<complexType name="roles">
  <sequence>
    <element name="role" type="string" minOccurs="1"
      maxOccurs="unbounded"/>
  </sequence>
</complexType>
<complexType name="validContents">
  <sequence>

```

```

    <element name="content" type="tns:content" minOccurs="0"
    maxOccurs="unbounded"/>
  </sequence>
</complexType>
<complexType name="invalidContents">
  <sequence>
    <element name="content" type="tns:content" minOccurs="0"
    maxOccurs="unbounded"/>
  </sequence>
</complexType>
<complexType name="content">
  <sequence>
    <element name="type"/>
    <element name="name"/>
    <element name="value"/>
  </sequence>
</complexType>
<element name="operationalRule" type="tns:operationalRule"/>
</schema>

```

Regras Funcionais

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/functionalRules"
  xmlns:stFRule="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/functionalRule"
  xmlns:tns="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/functionalRules">
  <import namespace="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/functionalRule"
  schemaLocation="frule.xsd"/>
  <complexType name="functionalRules">
    <sequence>
      <element name="defaultBehaviour" type="string" minOccurs="1"
      maxOccurs="1"/>
      <element name="rules">
        <complexType>
          <sequence>
            <element name="functionalRule" type="stFRule:functionalRule"
            minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
          </sequence>
        </complexType>
      </element>
    </sequence>
  </complexType>

```

```

    </complexType>
    <element name="functionalRules" type="tns:functionalRules"/>
</schema>

```

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
targetNamespace="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/functionalRule"
xmlns:tns="http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/functionalRule"
elementFormDefault="qualified">
  <complexType name="functionalRule">
    <sequence>
      <element name="name" type="string" minOccurs="1"
maxOccurs="1"/>
      <element name="behaviour" type="string" minOccurs="1"
maxOccurs="1"/>
      <element name="sspState" type="string" minOccurs="1"
maxOccurs="1"/>
      <element name="priority" type="int" minOccurs="1"
maxOccurs="1"/>
      <element name="actions" type="tns:actions"
minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
      <element name="roles" type="tns:roles" minOccurs="1"
maxOccurs="1"/>
      <element name="validContents" type="tns:validContents"
minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
      <element name="invalidContents" type="tns:invalidContents"
minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
    </sequence>
    <attribute name="id" type="int"/>
  </complexType>
  <complexType name="actions">
    <sequence>
      <element name="action" type="string" minOccurs="1"
maxOccurs="unbounded"/>
    </sequence>
  </complexType>
  <complexType name="roles">
    <sequence>
      <element name="role" type="string" minOccurs="1"
maxOccurs="unbounded"/>
    </sequence>
  </complexType>

```

```
</complexType>
<complexType name="validContents">
  <sequence>
    <element name="content" type="tns:content"
      minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  </sequence>
</complexType>
<complexType name="invalidContents">
  <sequence>
    <element name="content" type="tns:content"
      minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  </sequence>
</complexType>
<complexType name="content">
  <sequence>
    <element name="type"/>
    <element name="name"/>
    <element name="value"/>
  </sequence>
</complexType>
<element name="functionalRule" type="tns:functionalRule"/>
</schema>
```



Mapeamentos de dados

Neste apêndice são apresentados os documentos XML de mapeamento de dados utilizados pelo *framework Castor* para efectuar o *unmarshal* dos dados XML provenientes do repositório em formato XML em objectos do ambiente de execução. São incluídos os documentos XML para efectuar o mapeamento de utilizadores, papéis e regras dos Espaços Sociais (regras operacionais e regras funcionais).

Mapeamento de utilizadores

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<mapping xmlns="http://castor.exolab.org/"
xmlns:cst="http://castor.exolab.org/">
  <class name="pt.uminho.di.phd.hparedes.socialTheatres.
interaction.socialSpace.utils.User">
    <map-to xml="user"/>
    <field name="id" type="int">
        <bind-xml name="id" node="attribute"/>
    </field>
    <field name="interest" type="java.lang.String"
set-method="addInterest">
        <bind-xml name="interesse" location="interesses"/>
    </field>
    <field name="interests" type="java.util.Vector" >
        <bind-xml name="interesses"/>
    </field>
    <field name="hobbies" type="java.util.Vector">
```

```

        <bind-xml name="hobbies" node="element"/>
    </field>
    <field name="name" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="nome" node="element"/>
    </field>
    <field name="job" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="profissao" node="element"/>
    </field>
    <field name="country" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="nacionalidade" node="element"/>
    </field>
    <field name="addresses" type="java.util.Vector" >
        <bind-xml name="moradas"/>
    </field>
    <field name="bornDate" type="java.util.Date">
        <bind-xml name="dataNascimento" node="element"/>
    </field>
    <field name="sex" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="sexo" node="element"/>
    </field>
    <field name="documents" type="java.util.Vector">
        <bind-xml name="documentos"/>
    </field>
    <field name="contacts" type="java.util.Vector">
        <bind-xml name="eContactos"/>
    </field>
    <field name="telephones" type="java.util.Vector">
        <bind-xml name="telefonos"/>
    </field>
    <field name="parents" type="pt.uminho.di.phd.hparedes.
socialTheatres.interaction.socialSpace.utils.Parents">
        <bind-xml name="filiacao"/>
    </field>
</class>

<class name="pt.uminho.di.phd.hparedes.socialTheatres.
interaction.socialSpace.utils.Parents">
    <field name="mother" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="mae" node="element"/>
    </field>
    <field name="father" type="java.lang.String">

```

```

        <bind-xml name="pai" node="element"/>
    </field>
</class>

<class name="pt.uminho.di.phd.hparedes.socialTheatres.
interaction.socialSpace.utils.Document">
    <map-to xml="documento"/>
    <field name="type" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="tipo" node="element"/>
    </field>
    <field name="emissionDate" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="dataEmissao" node="element"/>
    </field>
    <field name="number" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="numero" node="element"/>
    </field>
</class>

<class name="pt.uminho.di.phd.hparedes.socialTheatres.
interaction.socialSpace.utils.Address">
    <map-to xml="morada"/>
    <field name="postCode" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="codigoPostal" node="element"/>
    </field>
    <field name="city" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="localidade" node="element"/>
    </field>
    <field name="country" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="pais" node="element"/>
    </field>
    <field name="street" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="rua" node="element"/>
    </field>
</class>

<class name="pt.uminho.di.phd.hparedes.socialTheatres.
interaction.socialSpace.utils.Contact">
    <map-to xml="contacto"/>
    <field name="contact" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="contacto" node="element"/>
    </field>
    <field name="name" type="java.lang.String">

```



```

        <bind-xml name="nome" node="element"/>
    </field>
    <field name="desc" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="descricao" node="element"/>
    </field>
</class>

<class name="pt.uminho.di.phd.hparedes.socialTheatres.
interaction.socialSpace.utils.Telephone">
<map-to xml="telefone"/>
    <field name="telefone" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="contacto" node="element"/>
    </field>
    <field name="name" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="nome" node="element"/>
    </field>
    <field name="desc" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="desc" node="element"/>
    </field>
</class>
</mapping>

```

Mapeamento de papéis

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<mapping xmlns="http://castor.exolab.org/"
xmlns:cst="http://castor.exolab.org/">
    <class name="pt.uminho.di.phd.hparedes.socialTheatres.
interaction.socialSpace.utils.RoleLoader">
        <map-to xml="role"/>
        <field name="id" type="int">
            <bind-xml name="id" node="attribute"/>
        </field>
        <field name="name" type="java.lang.String">
            <bind-xml name="name" node="element"/>
        </field>
        <field name="application" type="java.lang.String">
            <bind-xml name="application" node="element"/>
        </field>
        <field name="mode" type="java.lang.String">
            <bind-xml name="mode" node="element"/>
        </field>
    </class>
</mapping>

```

```

        <field name="mandatory" type="boolean">
            <bind-xml name="mandatory" node="element"/>
        </field>
        <field name="takeMode" type="java.lang.String">
            <bind-xml name="takeMode" node="element"/>
        </field>
        <field name="minInstances" type="int">
            <bind-xml name="min" location="instances"/>
        </field>
        <field name="maxInstances" type="int">
            <bind-xml name="max" location="instances"/>
        </field>
        <field name="subRoles_aux" type="java.lang.Integer"
            collection="vector">
            <bind-xml name="roleID" location="subRoles" />
        </field>
    </class>
</mapping>

```

Mapeamento de regras operacionais

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<mapping xmlns="http://castor.exolab.org/"
    xmlns:cst="http://castor.exolab.org/"
    <class name="pt.uminho.di.phd.hparedes.socialTheatres.
        metadata.knowledgeBase.util.KnowledgeOperationalRule">
        <map-to xml="operationalRule"/>
        <field name="name" type="java.lang.String">
            <bind-xml name="name" node="element"/>
        </field>
        <field name="behaviour" type="java.lang.String">
            <bind-xml name="behaviour" node="element"/>
        </field>
        <field name="state" type="java.lang.String">
            <bind-xml name="sspState" node="element"/>
        </field>
        <field name="priority" type="int">
            <bind-xml name="priority" node="element"/>
        </field>
        <field name="roles" type="java.lang.String"
            collection="vector">
            <bind-xml name="role" location="roles" />

```

```

    </field>
    <field name="actions" type="java.lang.String"
    collection="vector">
        <bind-xml name="action" location="actions" />
    </field>
    <field name="services" type="java.lang.String"
    collection="vector">
        <bind-xml name="service" location="services" />
    </field>
    <field name="validContents" type="java.util.Vector">
        <bind-xml name="validContents"/>
    </field>
    <field name="invalidContents" type="java.util.Vector">
        <bind-xml name="invalidContents"/>
    </field>
</class>

<class name="pt.uminho.di.phd.hparedes.socialTheatres.
metadata.knowledgeBase.util.KnowledgeRuleContent">
<map-to xml="content"/>
    <field name="type" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="type" node="element"/>
    </field>
    <field name="name" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="name" node="element"/>
    </field>
    <field name="value" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="value" node="element"/>
    </field>
</class>
</mapping>

```

Mapeamento de regras funcionais

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<mapping xmlns="http://castor.exolab.org/"
xmlns:cst="http://castor.exolab.org/">
    <class name="pt.uminho.di.phd.hparedes.socialTheatres.
metadata.knowledgeBase.util.KnowledgeFunctionalRule">
        <map-to xml="functionalRule"/>
        <field name="name" type="java.lang.String">
            <bind-xml name="name" node="element"/>

```

```

    </field>
    <field name="behaviour" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="behaviour" node="element"/>
    </field>
    <field name="state" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="sspState" node="element"/>
    </field>
    <field name="priority" type="int">
        <bind-xml name="priority" node="element"/>
    </field>
    <field name="roles" type="java.lang.String"
        collection="vector">
        <bind-xml name="role" location="roles" />
    </field>
    <field name="actions" type="java.lang.String"
        collection="vector">
        <bind-xml name="action" location="actions" />
    </field>
    <field name="validContents" type="java.util.Vector">
        <bind-xml name="validContents"/>
    </field>
    <field name="invalidContents" type="java.util.Vector">
        <bind-xml name="invalidContents"/>
    </field>
</class>

<class name="pt.uminho.di.phd.hparedes.socialTheatres.
metadata.knowledgeBase.util.KnowledgeRuleContent">
<map-to xml="content"/>
    <field name="type" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="type" node="element"/>
    </field>
    <field name="name" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="name" node="element"/>
    </field>
    <field name="value" type="java.lang.String">
        <bind-xml name="value" node="element"/>
    </field>
</class>
</mapping>

```




Especificação do Espaço Social de um caso de estudo

Neste apêndice é apresentada a meta-informação do Espaço Social descrito no caso de estudo “*Apresentação de um artigo numa conferência*”. São incluídos os documentos XML que descrevem os papéis, fluxo de interação e regras do Espaço Social.

C.1 Apresentação de um artigo numa conferência

Papéis

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<tns:role xmlns:tns='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts'
  xmlns:xsi='http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance'
  xsi:schemaLocation='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts
  http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/role.xsd' id='0'>
  <name>autor</name>
  <application>unique</application>
  <mode>fix</mode>
  <instances>
    <min>1</min>
    <max>1</max>
  </instances>
  <mandatory>true</mandatory>
  <takeMode>onCreation</takeMode>
</tns:role>

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

```

<tns:role xmlns:tns='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts'
  xmlns:xsi='http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance'
  xsi:schemaLocation='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts
    http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/role.xsd' id='1'>
  <name>moderador</name>
  <application>unique</application>
  <mode>fix</mode>
  <instances>
    <min>1</min>
    <max>1</max>
  </instances>
  <mandatory>true</mandatory>
  <takeMode>onCreation</takeMode>
  <subRoles/>
</tns:role>

```

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<tns:role xmlns:tns='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts'
  xmlns:xsi='http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance'
  xsi:schemaLocation='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts
    http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/role.xsd' id='2'>
  <name>audiencia</name>
  <application>multiple</application>
  <mode>fix</mode>
  <instances/>
  <mandatory>false</mandatory>
  <takeMode>runtime</takeMode>
</tns:role>

```

Fluxo de interacção

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<workflowProcess
  xmlns='http://xml.netbeans.org/schema/newXMLSchema'
  xmlns:xsi='http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance'
  xsi:schemaLocation='http://xml.netbeans.org/schema/newXMLSchema
    http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/workflow.xsd'>
  <datafields>
    <datafield id="1">
      <name>fimApresentacaoFlag</name>
      <type>java.lang.Boolean</type>
    </datafield>
  </datafields>
</workflowProcess>

```

```

        <initialValue>false</initialValue>
    </datafield>
    <datafield id="2">
        <name>podeResponder</name>
        <type>java.lang.Boolean</type>
        <initialValue>false</initialValue>
    </datafield>
    <datafield id="3">
        <name>maisQuestoes</name>
        <type>java.lang.Boolean</type>
        <initialValue>false</initialValue>
    </datafield>
    <datafield id="4">
        <name>maisComentarios</name>
        <type>java.lang.Boolean</type>
        <initialValue>false</initialValue>
    </datafield>
    <datafield id="5">
        <name>fimQuestoesFlag</name>
        <type>java.lang.Boolean</type>
        <initialValue>false</initialValue>
    </datafield>
    <datafield id="6">
        <name>podeQuestao</name>
        <type>java.lang.Boolean</type>
        <initialValue>false</initialValue>
    </datafield>
    <datafield id="7">
        <name>podeComentar</name>
        <type>java.lang.Boolean</type>
        <initialValue>false</initialValue>
    </datafield>
</datafieldls>
<activitySets/>
<activities>
    <activity id="1">
        <name>iniciarApresentacao</name>
        <type>DATAFIELD_MANIPULATION</type>
        <joinType>AND</joinType>
        <dataSetGet>
            <opType>NULL</opType>
            <dataField>null</dataField>

```



```

        </dataSetGet>
    </activity>
    <activity id="2">
        <name>falarAudiencia</name>
        <type>SERVICE_INVOCATION</type>
        <joinType>AND</joinType>
        <service>
            <name>Chatting</name>
            <operation>sendMessage</operation>
        </service>
    </activity>
    <activity id="3">
        <name>utilizarWhiteboard</name>
        <type>SERVICE_INVOCATION</type>
        <joinType>AND</joinType>
        <service>
            <name>Whiteboard</name>
            <operation>put</operation>
        </service>
    </activity>
    <activity id="4">
        <name>interromperApresentacao</name>
        <type>DATAFIELD_MANIPULATION</type>
        <joinType>AND</joinType>
        <dataSetGet>
            <opType>SET</opType>
            <dataField>fimApresentacaoFlag</dataField>
        </dataSetGet>
    </activity>
    <activity id="5">
        <name>finalizarApresentacao</name>
        <type>DATAFIELD_MANIPULATION</type>
        <joinType>AND</joinType>
        <dataSetGet>
            <opType>SET</opType>
            <dataField>fimApresentacaoFlag</dataField>
        </dataSetGet>
    </activity>
    <activity id="6">
        <name>iniciarQuestoes</name>
        <type>DATAFIELD_MANIPULATION</type>
        <joinType>AND</joinType>

```

```
<dataSetGet>
  <opType>NULL</opType>
  <dataField>>null</dataField>
</dataSetGet>
</activity>
<activity id="7">
  <name>requererQuestao</name>
  <type>DATAFIELD_MANIPULATION</type>
  <joinType>AND</joinType>
  <dataSetGet>
    <opType>NULL</opType>
    <dataField>>null</dataField>
  </dataSetGet>
</activity>
<activity id="8">
  <name>permitirQuestao</name>
  <type>DATAFIELD_MANIPULATION</type>
  <joinType>AND</joinType>
  <dataSetGet>
    <opType>SET</opType>
    <dataField>podeQuestao</dataField>
  </dataSetGet>
</activity>
<activity id="9">
  <name>interporQuestao</name>
  <type>SERVICE_INVOCATION</type>
  <joinType>AND</joinType>
  <service>
    <name>Chatting</name>
    <operation>sendMessage</operation>
  </service>
</activity>
<activity id="10">
  <name>responderQuestao</name>
  <type>SERVICE_INVOCATION</type>
  <joinType>AND</joinType>
  <service>
    <name>Chatting</name>
    <operation>sendMessage</operation>
  </service>
</activity>
<activity id="11">
```

```

    <name>permitirResposta</name>
    <type>DATAFIELD_MANIPULATION</type>
    <joinType>AND</joinType>
    <dataSetGet>
      <opType>SET</opType>
      <dataField>podeResponder</dataField>
    </dataSetGet>
  </activity>
  <activity id="12">
    <name>requererComentario</name>
    <type>DATAFIELD_MANIPULATION</type>
    <joinType>AND</joinType>
    <dataSetGet>
      <opType>NULL</opType>
      <dataField>>null</dataField>
    </dataSetGet>
  </activity>
  <activity id="13">
    <name>permitirComentario</name>
    <type>DATAFIELD_MANIPULATION</type>
    <joinType>AND</joinType>
    <dataSetGet>
      <opType>SET</opType>
      <dataField>podeComentar</dataField>
    </dataSetGet>
  </activity>
  <activity id="14">
    <name>comentar</name>
    <type>SERVICE_INVOCATION</type>
    <joinType>AND</joinType>
    <service>
      <name>Chatting</name>
      <operation>sendMessage</operation>
    </service>
  </activity>
  <activity id="15">
    <name>moderar</name>
    <type>SERVICE_INVOCATION</type>
    <joinType>AND</joinType>
    <service>
      <name>Chatting</name>
      <operation>sendMessage</operation>

```

```
        </service>
    </activity>
    <activity id="16">
        <name>terminarQuestoes</name>
        <type>DATAFIELD_MANIPULATION</type>
        <joinType>AND</joinType>
        <dataSetGet>
            <opType>SET</opType>
            <dataField>fimQuestoesFlag</dataField>
        </dataSetGet>
    </activity>
    <activity id="17">
        <name>terminarSessao</name>
        <type>DATAFIELD_MANIPULATION</type>
        <joinType>AND</joinType>
        <dataSetGet>
            <opType>NULL</opType>
            <dataField>null</dataField>
        </dataSetGet>
    </activity>
</activities>

<transitions>
    <transition id="1">
        <name>TI</name>
        <from>IWFbegin</from>
        <to>iniciarApresentacao</to>
    </transition>
    <transition id="2">
        <name>T2</name>
        <from>iniciarApresentacao</from>
        <to>falarAudiencia</to>
    </transition>
    <transition id="3">
        <name>T3</name>
        <from>iniciarApresentacao</from>
        <to>utilizarWhiteboard</to>
    </transition>
    <transition id="4">
        <name>T4</name>
        <from>iniciarApresentacao</from>
        <to>interromperApresentacao</to>
    </transition>
</transitions>
```

```
</transition>
<transition id="5">
  <name>T5</name>
  <from>iniciarApresentacao</from>
  <to>finalizarApresentacao</to>
</transition>
<transition id="6">
  <name>T6</name>
  <from>falarAudiencia</from>
  <to>iniciarQuestoes</to>
</transition>
<transition id="7">
  <name>T7</name>
  <from>utilizarWhiteboard</from>
  <to>iniciarQuestoes</to>
</transition>
<transition id="8">
  <name>T8</name>
  <from>interromperApresentacao</from>
  <to>iniciarQuestoes</to>
</transition>
<transition id="9">
  <name>T9</name>
  <from>finalizarApresentacao</from>
  <to>iniciarQuestoes</to>
  <condition>
    <type>LOGICAL</type>
    <value>fimApresentacaoFlag==true</value>
  </condition>
</transition>
<transition id="10">
  <name>T10</name>
  <from>iniciarQuestoes</from>
  <to>requererQuestao</to>
</transition>
<transition id="11">
  <name>T11</name>
  <from>iniciarQuestoes</from>
  <to>permitirResposta</to>
</transition>
<transition id="12">
  <name>T12</name>
```

```
        <from>iniciarQuestoes</from>
        <to>requererComentario</to>
    </transition>
    <transition id="13">
        <name>T13</name>
        <from>iniciarQuestoes</from>
        <to>moderar</to>
    </transition>
    <transition id="14">
        <name>T14</name>
        <from>iniciarQuestoes</from>
        <to>terminarQuestoes</to>
    </transition>
    <transition id="15">
        <name>T15</name>
        <from>responderQuestao</from>
        <to>terminarSessao</to>
    </transition>
    <transition id="16">
        <name>T16</name>
        <from>comentar</from>
        <to>terminarSessao</to>
    </transition>
    <transition id="17">
        <name>T17</name>
        <from>moderar</from>
        <to>terminarSessao</to>
    </transition>
    <transition id="18">
        <name>T18</name>
        <from>terminarQuestoes</from>
        <to>terminarSessao</to>
        <condition>
            <type>LOGICAL</type>
            <value>fimQuestoesFlag==true</value>
        </condition>
    </transition>
    <transition id="19">
        <name>T19</name>
        <from>permitirResposta</from>
        <to>responderQuestao</to>
        <condition>
```

```

        <type>LOGICAL</type>
        <value>podeResponder==true</value>
    </condition>
</transition>
<transition id="20">
    <name>T20</name>
    <from>requererQuestao</from>
    <to>permitirQuestao</to>
</transition>
<transition id="21">
    <name>T21</name>
    <from>requererComentario</from>
    <to>permitirComentario</to>
</transition>
<transition id="22">
    <name>T22</name>
    <from>interporQuestao</from>
    <to>responderQuestao</to>
</transition>
<transition id="23">
    <name>T23</name>
    <from>permitirQuestao</from>
    <to>interporQuestao</to>
    <condition>
        <type>LOGICAL</type>
        <value>podeQuestao==true</value>
    </condition>
</transition>
<transition id="24">
    <name>T24</name>
    <from>permitirComentar</from>
    <to>comentar</to>
    <condition>
        <type>LOGICAL</type>
        <value>podeComentar==true</value>
    </condition>
</transition>
<transition id="25">
    <name>T25</name>
    <from>interporQuestao</from>
    <to>requererQuestao</to>
    <condition>

```

```

        <type>LOGICAL</type>
        <value>maisQuestoes==true</value>
    </condition>
</transition>
<transition id="26">
    <name>T26</name>
    <from>responderQuestao</from>
    <to>requererQuestao</to>
    <condition>
        <type>LOGICAL</type>
        <value>maisQuestoes==true</value>
    </condition>
</transition>
<transition id="27">
    <name>T27</name>
    <from>responderQuestao</from>
    <to>permitirResposta</to>
    <condition>
        <type>LOGICAL</type>
        <value>maisQuestoes==true</value>
    </condition>
</transition>
<transition id="28">
    <name>T28</name>
    <from>comentar</from>
    <to>requererComentario</to>
    <condition>
        <type>LOGICAL</type>
        <value>maisComentarios==true</value>
    </condition>
</transition>
<transition id="29">
    <name>TE</name>
    <from>terminarSessao</from>
    <to>IWFend</to>
</transition>
</transitions>
</workflowProcess>

```

Regras Operacionais

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```



```

<tns:operationalRules
  xmlns:tns='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/operationaRules'
  xmlns:tn='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/operationalRule'
  xmlns:xsi='http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance'
  xsi:schemaLocation='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/
operationaRules file:operationalRules.xsd'>
  <defaultBehaviour>accept</defaultBehaviour>
  <!-- Uma vez que o comportamento por defeito
        é accept sao garantindas as regras R01
        e R02
  -->
  <rules>
    <operationalRule>
      <tn:name>R03_1</tn:name>
      <tn:behaviour>reject</tn:behaviour>
      <tn:sspState>falarAudiencia</tn:sspState>
      <tn:priority>200</tn:priority>
      <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
        <tn:role>audiencia</tn:role>
        <tn:role>autor</tn:role>
      </tn:roles>
      <tn:services>
        <tn:service>Chatting</tn:service>
        <tn:service>Whiteboard</tn:service>
        <tn:service>ObjectManipulation</tn:service>
      </tn:services>
    </operationalRule>

    <tn:name>R03_2</tn:name>
      <tn:behaviour>reject</tn:behaviour>
      <tn:sspState>utilizarWhiteboard</tn:sspState>
      <tn:priority>200</tn:priority>
      <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
        <tn:role>audiencia</tn:role>
        <tn:role>autor</tn:role>
      </tn:roles>
      <tn:services>
        <tn:service>Chatting</tn:service>
        <tn:service>Whiteboard</tn:service>
        <tn:service>ObjectManipulation</tn:service>

```

```

        </tn:services>
    </operationalRule>

    <tn:name>R03_2</tn:name>
    <tn:behaviour>reject</tn:behaviour>
    <tn:sspState>interromperApresentacao</tn:sspState>
    <tn:priority>200</tn:priority>
    <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
        <tn:role>audiencia</tn:role>
        <tn:role>autor</tn:role>
    </tn:roles>
    <tn:services>
        <tn:service>Chatting</tn:service>
        <tn:service>Whiteboard</tn:service>
        <tn:service>ObjectManipulation</tn:service>
    </tn:services>
</operationalRule>

<tn:name>R03_2</tn:name>
<tn:behaviour>reject</tn:behaviour>
<tn:sspState>finalizarApresentacao</tn:sspState>
<tn:priority>200</tn:priority>
<tn:roles>
    <tn:role>moderador</tn:role>
    <tn:role>audiencia</tn:role>
    <tn:role>autor</tn:role>
</tn:roles>
<tn:services>
    <tn:service>Chatting</tn:service>
    <tn:service>Whiteboard</tn:service>
    <tn:service>ObjectManipulation</tn:service>
</tn:services>
</operationalRule>
</rules>
</tns:operationalRules>

```

Regras Funcionais

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<tns:functionalRules
    xmlns:tns='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/functionalRules'

```

```

xmlns:tn='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/functionalRule'
xmlns:xsi='http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance'
xsi:schemaLocation='http://di.uminho.pt/phD/hparedes/ts/
functionalRules file:functionalRules.xsd'>
  <defaultBehaviour>reject</defaultBehaviour>
  <rules>
    <functionalRule>
      <tn:name>RI1_1</tn:name>
      <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
      <tn:sspState>falarAudiencia</tn:sspState>
      <tn:priority>100</tn:priority>
      <tn:actions>
        <tn:action>falarAudiencia</tn:action>
        <tn:action>utilizarWhiteboard</tn:action>
      </tn:actions>
      <tn:roles>
        <tn:role>autor</tn:role>
      </tn:roles>
    </functionalRule>
    <functionalRule>
      <tn:name>RI1_2</tn:name>
      <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
      <tn:sspState>responderQuestao</tn:sspState>
      <tn:priority>100</tn:priority>
      <tn:actions>
        <tn:action>responderQuestao</tn:action>
      </tn:actions>
      <tn:roles>
        <tn:role>autor</tn:role>
      </tn:roles>
    </functionalRule>

    <functionalRule>
      <tn:name>RI2_1</tn:name>
      <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
      <tn:sspState>interporQuestao</tn:sspState>
      <tn:priority>100</tn:priority>
      <tn:actions>
        <tn:action>interporQuestao</tn:action>
      </tn:actions>
      <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>

```

```

        <tn:role>audiencia</tn:role>
    </tn:roles>
</functionalRule>
<functionalRule>
    <tn:name>RI2_1</tn:name>
    <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
    <tn:sspState>comentar</tn:sspState>
    <tn:priority>100</tn:priority>
    <tn:actions>
        <tn:action>comentar</tn:action>
    </tn:actions>
    <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
        <tn:role>audiencia</tn:role>
    </tn:roles>
</functionalRule>

<functionalRule>
    <tn:name>RI3_1</tn:name>
    <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
    <tn:sspState>iniciarApresentacao</tn:sspState>
    <tn:priority>100</tn:priority>
    <tn:actions>
        <tn:action>iniciarApresentacao</tn:action>
    </tn:actions>
    <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
    </tn:roles>
</functionalRule>
<functionalRule>
    <tn:name>RI3_2</tn:name>
    <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
    <tn:sspState>interromperApresentacao</tn:sspState>
    <tn:priority>100</tn:priority>
    <tn:actions>
        <tn:action>interromperApresentacao</tn:action>
    </tn:actions>
    <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
    </tn:roles>
</functionalRule>
<functionalRule>

```

```

    <tn:name>RI3_3</tn:name>
    <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
    <tn:sspState>permitirQuestao</tn:sspState>
    <tn:priority>100</tn:priority>
    <tn:actions>
        <tn:action>permitirQuestao</tn:action>
    </tn:actions>
    <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
    </tn:roles>
</functionalRule>
<functionalRule>
    <tn:name>RI3_4</tn:name>
    <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
    <tn:sspState>permitirComentario</tn:sspState>
    <tn:priority>100</tn:priority>
    <tn:actions>
        <tn:action>permitirComentario</tn:action>
    </tn:actions>
    <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
    </tn:roles>
</functionalRule>
<functionalRule>
    <tn:name>RI3_5</tn:name>
    <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
    <tn:sspState>permitirResposta</tn:sspState>
    <tn:priority>100</tn:priority>
    <tn:actions>
        <tn:action>permitirResposta</tn:action>
    </tn:actions>
    <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
    </tn:roles>
</functionalRule>
<functionalRule>
    <tn:name>RI3_6</tn:name>
    <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
    <tn:sspState>moderar</tn:sspState>
    <tn:priority>100</tn:priority>
    <tn:actions>
        <tn:action>moderar</tn:action>

```

```

        <tn:action>terminarQuestoes</tn:action>
    </tn:actions>
    <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
    </tn:roles>
</functionalRule>
<functionalRule>
    <tn:name>RI3_7</tn:name>
    <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
    <tn:sspState>iniciarQuestoes</tn:sspState>
    <tn:priority>100</tn:priority>
    <tn:actions>
        <tn:action>iniciarQuestoes</tn:action>
    </tn:actions>
    <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
    </tn:roles>
</functionalRule>
<functionalRule>
    <tn:name>RI3_8</tn:name>
    <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
    <tn:sspState>terminarSessao</tn:sspState>
    <tn:priority>100</tn:priority>
    <tn:actions>
        <tn:action>terminarSessao</tn:action>
    </tn:actions>
    <tn:roles>
        <tn:role>moderador</tn:role>
    </tn:roles>
</functionalRule>

<functionalRule>
    <tn:name>RI4</tn:name>
    <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
    <tn:sspState>responderQuestao</tn:sspState>
    <tn:priority>100</tn:priority>
    <tn:actions>
        <tn:action>responderQuestao</tn:action>
    </tn:actions>
    <tn:roles>
        <tn:role>autor</tn:role>
    </tn:roles>

```

```
</functionalRule>
<functionalRule>
  <tn:name>RI5</tn:name>
  <tn:behaviour>accept</tn:behaviour>
  <tn:sspState>finalizarApresentacao</tn:sspState>
  <tn:priority>100</tn:priority>
  <tn:actions>
    <tn:action>finalizarApresentacao</tn:action>
  </tn:actions>
  <tn:roles>
    <tn:role>autor</tn:role>
    <tn:role>moderador</tn:role>
  </tn:roles>
</functionalRule>
</rules>
</tns:functionalRules>
```



Questionários de avaliação da regulação de interacção social

Neste apêndice são apresentados os questionários realizados aos utilizadores no âmbito da avaliação da regulação da interacção social. Os questionários foram realizados a um conjunto de utilizadores que participou nas duas fases das experiências realizadas na avaliação do trabalho desenvolvido.

Na secção D.1 é apresentado o formulário de participação em experiência de investigação que foi preenchido individualmente por todos os participantes nas experiências. Este formulário tem como objectivo dar a conhecer aos utilizadores que colaboraram nas experiências as condições em que decorreram as experiências.

Os questionários apresentados nas secções D.2 e D.3 são respectivamente os questionários efectuados aos utilizadores na primeira e na segunda fase da experiência.

D.1 Formulário de participação em experiência de investigação

Formulário de participação em experiência de investigação

Investigador

Hugo Paredes, UTAD.

Propósito

As hipóteses e expectativas do estudo não podem ser divulgadas antes da realização da experiência uma vez que esse conhecimento pode afectar os resultados obtidos. Uma vez concluída a experiência os participantes serão informados dos objectivos da experiência.

Seleção de participantes

Os participantes são voluntários que aceitaram participar na experiência.

Confidencialidade

Nesta experiência não são recolhidos dados pessoais, sendo os dados experimentais recolhidos guardados com base num número sequencial atribuído para a sua identificação e processamento.

Procedimentos

Os procedimentos experimentais variam de experiência para experiência. Em cada situação serão dadas ao participante informações detalhadas sobre os procedimentos.

Benefícios

Os participantes não tem benefícios directos desta investigação.

Riscos

Os procedimentos usados nas experiências não apresentam riscos para os participantes, tendo sido utilizados em experiências anteriores.

Compensação

Os participantes na experiência receberão, após a conclusão do estudo, um sumário dos resultados obtidos via e-mail.

Cessação

A participação neste estudo é voluntária. Os voluntários não têm qualquer obrigação em completar o estudo e podem cessar a sua participação em qualquer momento.

Outras questões

Caso tenha outras questões relativas ao propósito, procedimento ou outros aspectos da experiência pode contactar o investigador responsável pelo estudo através do e-mail hparedes@utad.pt.

Declaração:

Declaro que fui informado dos propósitos e procedimentos da experiência. Reservar-me ao direito de cessar a minha participação em qualquer fase dos procedimentos e a informação por mim fornecida será destruída e a minha identidade removida.

Data:
 Nome:
 e-mail:
 Assinatura:

D.2 Questionário da primeira fase de experiências

QUESTIONÁRIO

1. Reacção geral ao ambiente de interacção social

Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3	Ambiente 4
mau bom 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	mau bom 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	mau bom 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	mau bom 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
frustrante satisfatório 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	frustrante satisfatório 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	frustrante satisfatório 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	frustrante satisfatório 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
rígido flexível 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	rígido flexível 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	rígido flexível 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	rígido flexível 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

2. Organização das acções

Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3	Ambiente 4
confusa clara 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	confusa clara 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	confusa clara 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	confusa clara 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

3. Sequencia das acções

Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3	Ambiente 4
confusa clara 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	confusa clara 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	confusa clara 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	confusa clara 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

4. Aprendizagem do sistema:

Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3	Ambiente 4
difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

5. Ambientação com o espaço de interacção

Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3	Ambiente 4
lenta rápida 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	lenta rápida 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	lenta rápida 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	lenta rápida 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

6. Sensação de vigilância electrónica

Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3	Ambiente 4
pequena grande 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	pequena grande 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	pequena grande 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	pequena grande 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

7. Concretização dos objectivos

Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3	Ambiente 4
difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	difícil fácil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

8. Qual dos ambientes acha mais conveniente para o propósito que foi criado ?

Ambiente 1 ☐ Ambiente 2 ☐ Ambiente 3 ☐

9. Utilizaria um dos ambientes numa situação real ?

SIM ☐ NAO ☐

9.1 Se não, quais os motivos ?

- | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Poucas capacidades de interacção | <input type="checkbox"/> | Difícil utilização | <input type="checkbox"/> |
| Ambiente rígido | <input type="checkbox"/> | Compreensão do ambiente | <input type="checkbox"/> |
| Sensação de vigilância electrónica | <input type="checkbox"/> | Desorganização da interacção | <input type="checkbox"/> |
| Incapacidade de cumprir os objectivos | <input type="checkbox"/> | Outros motivos | <input type="checkbox"/> |
| Problemas da interface | <input type="checkbox"/> | | |

NOTA: Escolha uma ou mais hipóteses.

9.2 Se sim, qual ou quais acha mais adequado(s) ?

Ambiente 1 ☐ Ambiente 2 ☐ Ambiente 3 ☐ Ambiente 4 ☐

10. Qual o seu nível de experiência com ambientes de interacção social ?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
baixo elevado

D.3 Questionário da segunda fase de experiências

QUESTIONÁRIO

Ambiente: _____
Experiencia: _____

1. Classifique a sua reacção geral ao ambiente de interacção social relativamente aos seguintes pontos:

Qualidade		Utilização		Satisfação		Liberdade	
mau	bom	difícil	fácil	frustrante	satisfatório	rígido	flexível
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	

2. A organização das acções contribui para a clarificação da interacção do ambiente:

mu	po
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	

3. Considera que a sequência e distribuição das acções pelos respectivos actores no ambiente melhora a interacção no ambiente ?

mu	po
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	

4. Como classifica a aprendizagem e ambientação ao ambiente de interacção:

Aprendizagem		Ambientação	
difícil	fácil	lenta	rápida
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	

5. Qual a sensação de vigilância electrónica

pe	gr
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	

6. Classifique a capacidade de concretização dos objectivos no ambiente de interacção utilizado:

difícil	fácil
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	

7. Acha o ambiente adaptado a situações reais?

SIM

☐

NAO

☐

- 7.1 Se não, quais os motivos ?

Poucas capacidades de interacção

☐

Difícil utilização

☐

Ambiente rígido

☐

Compreensão do ambiente

☐

Sensação de vigilância electrónica

☐

Desorganização da interacção

☐

Incapacidade de cumprir os objectivos

☐

Outros motivos

☐

Problemas da interface

☐

NOTA: Escolha uma ou mais hipóteses.

8. Qual o seu nível de experiência com ambientes de interacção social ?

ba	ev
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	